З. А. Зорина , И. И. Полетаева

ЗООПСИХОЛОГИЯ

ЭЛЕМЕНТАРНОЕ МЫШЛЕНИЕ ЖИВОТНЫХ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ПО ВНД И ЗООПСИХОЛОГИИ

Зорина Зоя Александровна.
Полетаева Инга Игоревна.

Элементарное мышление животных.

Элементарное мышление животных: Учебное пособие. М.: Аспект Пресс, 2002.- 320 с.

ISBN 5-7567-0135-4.

Учебное пособие посвящено элементарному мышлению, или рассудочной деятельности — наиболее сложной форме поведения животных. Впервые вниманию читателя предложен синтез классических работ и новейших данных в этой области, полученных зоопсихологами, физиологами высшей нервной деятельности и этологами. В пособии нашло отражение содержание лекционных курсов, которые авторы в течение многих лет читают в Московском Государственном университете им. М. В. Ломоносова и других вузах. Обширный список литературы предназначен для желающих самостоятельно продолжить знакомство с проблемой.

Пособие предназначено для студентов и преподавателей биологических и психологических факультетов университетов и педагогических вузов

Содержание.

Посвящается памяти нашего учителя— Леонида Викторовича Крушинского

Прдисловие.

Отличительная особенность этого учебного пособия состоит в том, что оно посвяшено описанию преимущественно одной, но важной и фундаментальной функции мозга животных — элементарному (довербальному) мышлению, которое называют также «разумом», «рассудочной деятельностью», «разумным» или

«рассудочным поведением».

Исследование рассудочной деятельности животных важно не только само по себе, но еще и потому, что оно тесно связано с проблемой происхождения психической деятельности человека в процессе эволюции. Представления о зачатках мышления животных и об уровнях его сложности всегда были предметом дискуссии и до сих пор продолжают вызывать разногласия. Вместе с тем к настоящему времени накоплено огромное количество фактов, которые убедительно свидетельствуют о том, что некоторые формы элементарного мышления имеются у достаточно широкого круга позвоночных. У ближайших родственников человека — человекообразных обезьян — в той или иной степени присутствуют элементы всех наиболее сложных когнитивных функций человека: обобщения, абстракции, усвоения символов, а также преднамеренности коммуникаций и самоузнавания. Очевидно, изучение физиологии высшей нервной деятельности и зоопсихологии невозможно без усвоения этой суммы знаний, что, в свою очередь, диктовало необходимость написания данного учебного пособия.

Весь комплекс современных знаний о мышлении животных оформился в результате усилий специалистов разных направлений на протяжении всего XX века. Первоначально пальма первенства принадлежала, несомненно, зоопсихологам и сравнительным психологам, которые заложили основы представлений об интеллекте животных. С середины 30-х годов по инициативе И. П. Павлова в работу включились физиологи высшей нервной деятельности. В 70—90-е годы существенный вклад в понимание этой проблемы внесли и этологи, поскольку именно они подробно изучили поведение многих видов животных в естественной среде обитания.

Особенно интенсивно эти работы развиваются, к сожалению, за пределами России. В последнее десятилетие одна задругой появились монографии, посвященные разным аспектам высших когнитивных функций и мышления животных. В новейших зарубежных руководствах по поведению животных (Domjan, 1993; Manning, Dawkins, 1998; Pearce, 1998), пока не переведенных на русский язык, эта область исследований получает все более полное освещение. Многие исследования российских ученых в этих книгах практически не упоминаются, равно как и в отечественной учебной литературе сколько-нибудь полное и систематизированное освещение этой области знаний отсутствует.

Принципиальная новизна данного пособия заключается в том, что в нем обобщены современные представления о мышлении животных и сделаны доступными для изучения студентами разных специальностей и разного уровня подготовки. Оно может быть использовано при изучении таких дисциплин, как сравнительная психология и зоопсихология (специальности 52. 100 и 02. 04. 00), физиология высшей нервной деятельности (специальность 03. 00. 13), этология и пр.

В книге достаточно подробно описаны те многообразные методические приемы, использование которых привело к современному пониманию проблемы разума животных (тесты на элементарную рассудочную деятельность животных, предложенные Л. В. Крушинским, выбор по образцу, обучение обезьян языкам-посредникам и др.). Особое внимание уделяется тем конкретным ситуациям, когда поведение животного выходит за рамки выполнения наследственно обусловленной видоспецифической программы или использования результатов той или иной формы индивидуального опыта.

В пособии дана характеристика развития рассудочной деятельности позвоночных животных с разным уровнем структурно-функциональной организации мозга. Наряду с описанием экспериментов на грызунах и голубях (имеющих достаточно

примитивный мозг), рассматриваются результаты многочисленных исследований на более сложных животных — хищных млекопитающих, низших и человекообразных обезьянах (в этом ряду строение и функция их мозга усложняются). Помимо данных, полученных на обычных лабораторных объектах, приведены подробные итоги последних экспериментов на врановых птицах. Эта группа видов интересна тем, что представляет собой одну из вершин эволюционного развития в классе птиц и известны особой пластичностью поведения в естественной среде.

Весомый творческий вклад в разработку проблемы рассудочной деятельности, или мышления, животных внес наш учитель Леонид Викторович Крушинский (1911 — 1984) — ведущий отечественный специалист в изучении поведения животных. Ему принадлежит оригинальная концепция нейробиологических основ рассудочной деятельности, которая органически связана как с классической этологией, так и с генетикой поведения. По мере появления новых работ в области изучения сложных когнитивных функций животных, проводимых в том числе и в созданной им лаборатории, представления Леонида Викторовича получают убедительные подтверждения.

В пособие включена глава, где рассматриваются основы нейроге-нетики и генетики поведения, на которых базируются современные представления о психической деятельности животных. Более детально эти проблемы изложены в нашем учебнике «Основы этологии и генетики поведения» (Зорина, Полетаева, Резникова, 1999).

Основу настоящего пособия составил спецкурс «Рассудочная деятельность животных как эволюционная предпосылка мышления человека», который 3. А. Зорина с середины 80-х годов читает на кафедре высшей нервной деятельности биологического факультета МГУ, а с конца 90-х и в некоторых других вузах (факультет психологии МГУ, Псковский педагогический университет и др.).

В помощь тем, кто заинтересован в более углубленном изучении проблемы, в пособии приводится подробный список первоисточников.

Для облегчения восприятия текста книги в каждой главе мы особо выделяем определения и выводы. Кроме того, для терминов, не имеющих устоявшихся русских эквивалентов, мы в скобках приводим английское название. В конце книги дан словарь терминов (Глоссарий).

Значительная часть фактов, представленных в этой книге, получена благодаря экспериментальным исследованиям наших коллег по лаборатории физиологии и генетики поведения биологического факультета МГУ, основанной Л. В. Крушинским, — Л. С. Бондарчука, Б. А. Дашевского, Л. П. Доброхотовой, Т. С. Калининой, О. Ф. Лазаревой, Н. В. Маркиной, Л. Н. Молодкиной, Е. И. Очинской, М. Г. Плескаче-вой, Н. В. Поповой, Н. П. Поповой, Л. Г. Романовой, А. Ф. Семиохиной, А. А. Смирновой, И. Б. Федотовой, Д. А. Флесса, О. О. Якименко.

Мы сердечно признательны И. В. Равич-Щербо, благодаря дружеским советам и настойчивости которой появилась эта книга, а также Н. А. Григорьян и В. В. Шульговскому за консультации и доброжелательную критику.

Выражаем глубокую благодарность И. А. Шевелеву и Н. Н. Даниловой, нашим рецензентам, за внимательное ознакомление с рукописью и благожелательные отзывы. Благодарим А. А. Смирнову, О. Ф. Лазареву и М. Г. Плескачеву за участие в написании ряда разделов книги, а также Н. Ф. Еремина за помощь в подготовке рукописи к изданию.

Наши исследования последних лет стали возможны благодаря финансовой поддержке фондов РФФИ (гранты 95-04-11099-а, 97-04-62069-и и 98-04-48440-а),

Университеты России (1992-1997), ISFJKE-100, «Фундаментальные проблемы естествознания и техники» Министерства образования РФ (№ 97-10-277), Швейцарского национального научного фонда (1Р№ 051224), а также NATO Science Programme, Cooperative Science & Technology Sub-programme, Collobo-rative Linkage Grant № 97-5824.

Глава 1. ВВЕДЕНИЕ.

Основные представления и понятия науки о поведении животных в целом, а также связанные с изучением мышления животных в особенности. Краткая характеристика основных направлений науки о поведении и вклад каждого из них в изучение проблемы мышления животных. Некоторые классификации форм поведения, в том числе позволяющие выделить мышление животных как самостоятельное явление. Наиболее распространенные определения мышления человека и основные направления в изучении мышления животных. Подчеркивается, что все проявления мышления животных являются лишь элементами и зачатками соответствующих функций человека, что заставляет использовать для их обозначения более корректный термин «рассудочная деятельность».

1.1. Основные направления науки о поведении животных.

Поведение животных изучают биологи разного профиля, а также психологи, поэтому исследования существенно различаются по своим теоретическим предпосылкам и методическим подходам, а также по вниманию к тем или иным сторонам поведения. Столь же неравнозначен вклад разных специалистов в анализ проблемы рассудочной деятельности (мышления) животных. Однако постепенно все эти первоначально разрозненные исследования находят точки соприкосновения и сливаются в единую современную науку о поведении животных. Эта наука пока еще не имеет «устоявшегося» названия. Иногда ее называют *этологией,* однако это представляется нам не вполне корректным. Дело в том, что существующее понятие «этология» относится только к видоспецифическим формам поведения, практически лишь в малой степени касаясь обучения во всех его разнообразных формах и еще меньше — зачатков мышления (см. 2.11). Нередко употребляют другое название — ***нейробиология,*** объединяющее широкий комплекс наук (его границы установить пока еще трудно), нацеленных на вскрытие общебиологических закономерностей поведения животных. Наконец, существует термин ***нейронауки (neurosciences) —*** результат интеграции сведений, полученных в смежных областях знаний о мозге и поведении.

В изучении поведения животных выделилось несколько самостоятельных, исторически сложившихся направлений. Это зоопсихология и сравнительная психология, бихевиоризм, физиология высшей нервной деятельности, гештальтпсихология, этология и генетика поведения.

Во второй главе их связь с проблемой элементарного мышления животных рассмотрена более подробно.

Зоопсихология — направление отечественной психологии, изучающее *проявления, закономерности и эволюцию психического отражения* у животных разного уровня развития. Предметом исследований зоопсихологов является происхождение и развитие (фило- и онтогенез) психических процессов у животных,

а также *предпосылки и предыстория человеческого сознания.* Большой фактический материал, накопленный зоопсихологией, изложен в учебнике К. Э. Фабри (1976), а также в работах его учеников (Дерягина, 1986; Мешкова, Федорович, 1996).

Примерно такие же задачи имеет и **сравнительная психология** — направление исследований, в которых сопоставляются способности к обучению животных различных эволюционных ступеней развития (см.: Ярошевский, 1997). Сравнительно-психологическими в иностранной научной литературе обычно называют исследования способностей животных к обучению и рассудочной деятельности, проводящиеся в условиях лаборатории.

Бихевиоризм (от англ. *behavior* — поведение) — основанное Дж. Уотсоном направление американской экспериментальной психологии. Согласно его радикальной концепции все поведение животного (и человека) *сводится к комплексу секреторных и мышечных реакций* организма на внешние стимулы (концепция «стимул-реакция»).

Бихевиоризм не занимается анализом происходящих в мозге процессов, а делает акцент на возможно более точной регистрации поведения и его количественном анализе. «Обучение», «интеллект», «представления» — эти понятия бихевиоризм намеренно игнорирует.

Физиология высшей нервной деятельности (ВНД) — основанное в начале XX века И. П. Павловым научное направление, связанное с *объективным изучением физиологических основ психики* (в том числе и человека) *методом условных рефлексов.* Со временем содержание этого понятия претерпело существенные изменения.

В настоящее время предметом физиологии ВНД считается экспериментальное исследование закономерностей и нейрофизиологических механизмов поведения, процессов обучения и памяти.

Исследования реализуются, как правило, на основе комплексного подхода — использования нейрофизиологических, нейрохимических, молекулярно-биологических методов (Симонов, 2000).

Психофизиология — пограничная область психологии, примыкающая к физиологии высшей нервной деятельности. Она ориентирована на *установление корреляций между психическими явлениями,* или состояниями, о которых узнают по словесному отчету либо другой произвольной реакции субъекта, и *физиологическими процессами* (вегетативными и двигательными реакциями), которые регистрируют объективными методами.

Психофизиология — направление, исследующее преимущественно человека, поскольку только он может дать отчет о своих субъективных переживаниях и психическом состоянии. Цели, методы исследования и понятийный аппарат психофизиологии в целом те же, что и у физиологии высшей нервной деятельности. Несмотря на то что термин имеет более узкое значение, существует ошибочная тенденция употреблять его вместо термина «высшая нервная деятельность».

Этология (от греч. *ethos* — нравы, характер) — наука *о поведении особи в естественной для данного вида среде обитания.* Она сформировалась в 30-е годы XX века на базе зоологии и эволюционной теории.

Ее основатели — австрийский исследователь Конрад Лоренц (1903— 1989) и голландец, всю жизнь проработавший в Великобритании, Николас Тинберген (1907—1988). Этология развивалась в тесном контакте с физиологией, популяционной генетикой, генетикой поведения и др. Возникнув как направление описательное, связанное преимущественно с изучением «врожденных» действий,

этология превратилась в целостную концепцию, включающую анализ поведения в онто- и филогенезе, изучение его механизмов и приспособительного значения.

Гештальтпсихология — направление, возникшее в 20-е годы в Германии и подобно бихевиоризму пытавшееся создать антитезу методу *интроспекции* (см. *Глоссарий* в конце книги).

Первичными элементами психической деятельности гештальтпсихология считала не отдельные ощущения, а *целостные образы — гештальты igestalt),* которые *характеризуются константностью и устойчивостью.*

В основе этого направления лежал тезис о несводимости гештальта к сумме составляющих его частей, о значении целостного восприятия зрительного поля в структуре психической деятельности, о роли оперирования целостными зрительными образами. В отличие от рассмотренных выше направлений именно гештальтпсихология в период своего возникновения была непосредственно связана с разработкой проблемы мышления, и именно благодаря ей произошел решительный перелом в экспериментальном изучении интеллекта животных. Один из наиболее известных гештальтпсихологов — Вольфганг Келер (1925) — первым доказал наличие элементов мышления («инсайта») у животных.

Генетика поведения. Феномен *наследования особенностей поведения животных,* хорошо известный тем, кто так или иначе постоянно наблюдает за ними, был интуитивно понятен многим ученым довольно давно.

Направление, получившее название генетики поведения, с самого своего зарождения занималось анализом генетических механизмов поведения и, в частности, когнитивных способностей животных и человека.

Генетика поведения, или, как ее иногда называют теперь, «генетика мозга» — направление нейробиологии, исследующее физиологические основы процессов поведения генетическими методами. Вклад генетики поведения в понимание сложных форм поведения животных базируется на использовании *генетических моделей* тех или иных когнитивных процессов (подробнее см. гл. 9).

1.2. Классификации основных форм поведения.

Поведение животных бесконечно разнообразно по своим формам, проявлениям и механизмам. В настоящее время накоплен большой материал, который характеризует поведение *как совокупность разных форм приспособительной деятельности.*

Существующие в настоящее время системы классификации поведения многообразны, так как число *критериев,* которые могут быть положены в ее основу, практически безгранично.

Классификация Д. Дьюсбери (1981), частично переработанная авторами, подразделяет поведение на три основные группы — индивидуальное, репродуктивное и социальное.

Индивидуальное поведение включает разнообразные акты, направленные на выживание и жизнеобеспечение отдельной особи:

♦ *Локомоция* — перемещения животного в пространстве, необходимые для выполнения практически любых приспособительных функций.

♦ ***Манипуляционная активность*** — совокупность действий особи с предметом, направленная на его адекватное использование в приспособительной деятельности.

Составляет необходимый компонент пищевого, гнездостроительного, исследовательского, орудийного, а также других сфер поведения животного. Представляет собой систему определенным образом интегрированных элементов разного иерархического уровня. Сложность этой системы определяется не только морфологическими особенностями эффекторов (например, развитие кисти у обезьян или превращение передних конечностей в крылья у птиц), но так же и общим уровнем организации поведения и психики животного (Дерягина, 1986).

♦ ***Исследовательская активность*** — комплекс реакций, которые знакомят животное с окружающей средой или источником раздражения и создают основу для «индивидуального программирования поведения» (Тинберген, 1963).

♦ ***Кормовое (или*** *пищедобывательное)* ***поведение*** — сложный, иерархически организованный многоуровневый комплекс двигательных актов, направленных на отыскание, схватывание, удержание добычи и последующее манипулирование с ней. В кормовом поведении действия с наследственно обусловленной видоспецифической программой тесно переплетены с действиями, приобретенными в результате индивидуального приспособления к среде. На пищедобывательных реакциях основано большинство методик изучения высшей нервной деятельности животных.

♦ ***Поведение, направленное на поиск оптимального температурного режима,*** которое обеспечивает процессы терморегуляции.

♦ ***Защитное поведение,*** связанное с поисками убежища, избеганием опасностей, охраной детенышей.

♦ ***Гигиеническое поведение*** направлено на поддержание чистотытела, а также осуществление уринации и дефекации.

♦ ***Игра*** — совокупность специфически ювенильных проявлений всех форм поведения взрослого животного, характерная главным образом для молодых особей (Фабри, 1976; 1993), или та форма деятельности, «в которой складывается и совершенствуется управление поведением на основе ориентировочной деятельности» (Эльконин, 1997).

♦ ***Орудийная деятельность*** — особая категория индивидуального поведения, когда одни предметы окружающей среды используются для воздействия на другие в качестве средств, повышающих эффективность поведения в какой-либо сфере жизнеде ятельности или даже уровень всего поведения в целом (Фабри, 1980). Это, несомненно, важная категория поведения, особенно в связи с проблемой разума животных. Однако она не столь универсальна, как рассмотренные выше, потому что к использованию орудий прибегают относительно немногие животные, причем в определенных и достаточно редких ситуациях.

Репродуктивное поведение связано с образованием брачных пар, выведением потомства и его воспитанием (его рассмотрение не входит в нашу задачу).

Социальное поведение включает все типы взаимодействий животных в сообществе, диапазон которых очень широк. Одни животные ведут исключительно одиночный образ жизни, большинство других образует разнообразные по численности (до многих тысяч особей) **и** уровню сложности сообщества. Многие виды в течение года переходят от одиночного к общественному образу жизни. Такие переходы характерны для многих видов птиц, некоторых грызунов и хищных млекопитающих (волки).

Один из аспектов социальных взаимоотношений животных связан с проблемой высших когнитивных функций. Речь идет о структуре индивидуализированных сообществ, все члены которых различают друг друга «в лицо» и сложность

организации которых зависит от уровня рассудочной деятельности вида (Крушинский, 1986; Гудолл, 1992).

Проявление всех форм поведения находится под влиянием суточных, сезонных и других ***биологических ритмов.***

Другие классификации поведения. Наиболее часто употребляемые классификации поведения подробно рассмотрены в фундаментальном руководстве Р. Хайнда «Поведение животных» (1975, гл. 2). Назовем некоторые из них.

♦ *По непосредственным причинам, вызывающим тот или иной поведенческий акт.* Например, все виды активности, частота или интенсивность которых достоверно повышаются под действием мужского полового гормона, можно объединить и обозначить как «половое поведение самца». Подобно этому все виды взаимодействия самцов с соперниками могут быть описаны как «агонистическое поведение».

♦ *По функциям* — группировка различных форм поведения в зависимости от той роли, которую они играют в жизни животного. Этот способ позволяет выделить такие категории, как угроза, ухаживание, добывание пищи и т. д.

♦ *По происхождению в филогенезе* — широко используется этологами при рассмотрении проблем эволюции поведения, в частности эволюции собственно инстинктивных действий. В ее основе лежит тщательное сравнительное изучение поведения видов с разной степенью родства.

♦ *По способу формирования в онтогенезе* — одна из важнейших и наиболее распространенных. Учитывает особенности проявления данного поведенческого акта в процессе индивидуального развития. Согласно этой классификации поведение традиционно подразделяют на *врожденное (инстинктивное) и приобретенное в результате научения.* Это приближается к принятому в физиологии ВНД выделению двух видов деятельности — условно- и безусловнорефлекторной. Врожденное поведение обеспечивает приспособление особи к условиям среды, обычно характерным для вида в целом. Приобретенное поведение — способ индивидуального приспособления особи к меняющимся условиям среды.

Классификация форм поведения, предложенная Л. В. Крушинским.

Практически в любом исследовании поведения возникает вопрос о том, является ли данный поведенческий акт врожденным или приобретается в процессе накопления индивидуального опыта. Для точного ответа на вопрос о соотношении врожденных и приобретенных компонентов в поведении требуется специальный анализ с применением генетических методов и депривационных экспериментов (воспитание в изоляции от действия тех или иных факторов внешней среды). Ответ в каждом конкретном случае особый, причем наибольшие трудности возникают, когда речь идет о сложных когнитивных функциях (соотношение влияний генотипа и среды на психические особенности человека, а также на некоторые признаки поведения животных рассмотрено в гл. 9). Зачастую само деление на «врожденное» и «приобретенное» производится совершенно неправомерно. Например, во многих случаях, когда поведенческий акт сформировался без явного участия ассоциативного обучения, его относят к категории врожденных, следуя примитивной логике дихотомического подразделения. Однако это далеко не всегда верно, поскольку, во-первых, не все индивидуальные приспособительные поведенческие реакции есть результат обучения, и, во-вторых, если для появления поведенческого акта не требуется обучения, это еще не значит, что он осуществляется по готовой генетической программе. Здесь мы сталкиваемся с довольно распространенным вариантом смешения понятий. Объяснение этому дает классификация форм

поведения, предложенная Л. В. Крушинским (1986). Она соединяет в себе два критерия: 1) *способ формирования в онтогенезе,* 2) *принципиальные нейробиологические механизмы, лежащие в основе осуществления данного поведенческого акта.* Используя эти критерии, Л. В. Крушинский выделил три основные категории поведенческих актов.

♦ Поведение, которое строится по ***наследственно обусловленной*** *программе и не требует* для своего развития ***специального обучения*** *или тренировки.* В целом соответствует врожденным, или инстинктивным, действиям.

♦ Поведение, которое формируется ***постепенно, по мере накопления индивидуального опыта.*** Это различные формы привыкания и обучения.

♦ Поведение в новой для животного ситуации, на основе *экстренного* ***принятия им решения, без предварительного обучения и при отсутствии соответствующей наследственной программы.*** К этой категории относится элементарная рассудочная деятельность (мышление) животных.

Реальное поведение животного представляет собой сложное переплетение названных компонентов. В ряде случаев сходные по внешнему выражению действия могут различаться по их соотношению.

Индивидуальное приспособление животного к условиям среды может осуществляться двояко: обучение дает ему возможность приспособиться к постоянно действующим, несколько варьирующим, но знакомым факторам среды, а благодаря различным видам мышления, или рассудочной деятельности, животное может ответить экстренной и адекватной реакцией на непредвиденные изменения привычных условий, что практически невозможно достичь лишь на основе навыков и привычек, приобретенных научением.

Как подчеркивает Л. В. Крушинский (1986), особая приспособительная роль элементарной рассудочной деятельности состоит *в «обеспечении адаптивной реакции уже при первой встрече с новой ситуацией».*

В современной науке явления, которые относятся к элементарной рассудочной деятельности, остаются наименее изученными, тем не менее их описание, анализ и интеграция в общую систему знаний о когнитивных процессах очень важны. Дело в том, что элементарное мышление животных в большей степени, чем другие когнитивные процессы, например, пространственная память, родственно невербальному мышлению человека.

Исследование элементарного разума животных поможет психо логам найти ключ к пониманию интеллекта человека.

1.3. Мышление человека: Определения и классификация.

Прежде чем переходить к описанию проявлений мышления животных, напомним, как психологи определяют мышление человека.

Мышление — это опосредованное и обобщенное отражение действительности, в основе которого лежит произвольное оперирование образами и которое дает знание о наиболее существенных свойствах, связях и отношениях между объектами окружающего мира.

Мышление представляет собой самую сложную форму психической деятельности человека, вершину ее эволюционного развития, поэтому разные авторы в своих определениях делают акцент на разных сторонах этого многогранного процесса.

Психолог О. К. Тихомиров (1984), суммируя существующие мнения, определял мышление как *познавательную деятельность, продукты которой характеризуются обобщенным, опосредованным отражением действительности.* Эта деятельность подразделяется на разные категории в зависимости от того, в какой степени эти обобщения и средства новы для субъекта, от степени активности самого субъекта и т. д.

Психолог А. В. Брушлинский (1983) подчеркивал, что мышление — это прежде всего *«отыскание и открытие существенно нового».*

По мнению С. Л. Рубинштейна (1958; 1989), разумное поведение должно быть адекватно ситуации и *целесообразно использовать соотношения между предметами для опосредованного на них воздействия.* Такое целесообразное поведение должно быть новым для данного индивидуума актом и достигаться не вслепую, случайно, а в результате *познавательного выделения объективных условий, существенных для действия.* Он подчеркивал также, что *мышление не сводится к функционированию уже готовых знаний; оно должно быть раскрыто прежде всего как продуктивный процесс, способный приводить к новым знаниям* (1958, с. 55).

Н. Н. Данилова (1997) предлагает рассматривать *мышление как «процесс познавательной деятельности, при котором субъект оперирует различными видами обобщений, включая образы, понятия и категории.* Появление речи изменило функции мозга человека — появился новый аппарат кодирования информации с помощью абстрактных символов. речь - не только средство общения, но и аппарат мышления, наличие которого существенно усложняет его структуру. Суть мышления — в выполнении некоторых когнитивных операций с образами, составляющими внутреннюю картину мира. Эти операции позволяют ее достраивать и делать более совершенной».

Интеллект. Термин «интеллект» употребляют как в широком, так и в узком смысле. В широком смысле интеллект — это совокупность всех познавательных функций индивида, от ощущения и восприятия до мышления и воображения, в более узком смысле интеллект — это собственно мышление. Выделяют три функции интеллекта в познании человеком действительности:

♦ *способность к обучению;*

♦ *оперирование символами;*

♦ *способность к активному овладению закономерностями окружающей среды* (Психологический словарь, 1996).

А. В. Леонтьев (1972) видит отличительную особенность интеллекта в том, что «в дополнение к отражению отдельных вещей возникает отражение их отношений и связей (ситуации). Это отражение происходит в процессе деятельности, которая по своей структуре является двухфазной», т. е. *предполагает действия в соответствии с некоторым планом и потому включает достижение промежуточной цели.*

Формы мышления человека:

♦ *индуктивное,* опирающееся на логический вывод «от частного к общему» (построение аналогий);

♦ *дедуктивное,* опирающееся на логический вывод «от общего к частному» или «от частного к частному», сделанный в соответствии с правилами логики;

♦ *наглядно-действенное,* базирующееся на непосредственном восприятии предметов в процессе действий с ними;

♦ *образное,* опирающееся на представления и образы;

♦ наиболее сложной формой *является абстрактно-логическое, или вербальное, мышление.*

Если некоторые формы мышления человека могут осуществляться без участия речи, то последняя неразрывно связана с речью (второй сигнальной системой). Именно благодаря ей мышление человека становится обобщенным и опосредованным.

Принято считать, что процесс мышления осуществляется с помощью мыслительных операций — ***анализа, синтеза, сравнения, обобщения и абстрагирования.*** Результатом процесса мышления у человека являются ***понятия, суждения и умозаключения.***

Мышление человека и рассудочная деятельность животных. В книге показано, какие из упомянутых мыслительных операций можно обнаружить у животных и какая степень сложности этих операций им присуща.

Для выбора критериев точного определения тех актов поведения животных, которые действительно можно считать зачатками мышления, особое внимание, как нам кажется, нужно обратить на формулировку нейропсихолога А. Р. Лурия (1966). Его определение понятия «мышление» (применительно к человеку) позволяет более точно разграничить этот процесс с другими типами психической деятельности и дает надежные критерии для выявления зачатков мышления у животных.

Согласно А. Р. Лурия, «акт мышления возникает только тогда, когда у субъекта существует соответствующий мотив, делающий задачу актуальной, а решение ее необходимым, и когда субъект оказывается в ситуации, относительно выхода из которой у него нет готового решения — привычного (т.е. приобретенного в процессе обучения) или врожденного».

Иными словами, речь идет об актах поведения, программа выполнения которых должна создаваться *экстренно,* в соответствии с условиями задачи, и по своей природе не требует подбора «правильных» действий методом «проб и ошибок».

Критериями наличия у животных зачатков мышления могут быть следующие признаки:

♦ «экстренное появление ответа *в отсутствие готового решения»* (Лурия, 1966);

♦ «познавательное выделение объективных условий, существенных для действия» (Рубинштейн, 1958);

♦ «обобщенный, опосредованный характер отражения действиительности; отыскание и открытие существенно нового» (Брушлинский, 1983);

♦ «наличие и выполнение промежуточных целей» (Леонтьев, 1979).

Исследования элементов мышления у животных проводятся в ***двух основных направлениях,*** позволяющих установить, имеется ли у них:

♦ способность в новых ситуациях решать незнакомые задачи, для которых нет готового решения, т. е. экстренно улавливать структуру задачи («инсайт») (см. гл. 4);

♦ способность к обобщению и абстрагированию в виде формирования довербальных понятий и оперирования символами (см. гл. 5, 6).

Вместе с тем во все периоды изучения этой проблемы исследователи пытались ответить на два одинаково важных и тесно связанных друг с другом вопроса:

1. Каковы *высшие формы мышления,* доступные животным, и какой степени сходства с мышлением человека они могут достигать? Ответ на этот вопрос связан с изучением психики человекообразных обезьян и их способности к овладению

языками-посредниками (гл. 6).

2. На каких этапах филогенеза возникли первые, наиболее *простые зачатки мышления* и насколько широко они представлены у современных животных? Для решения этого вопроса необходимы широкие сравнительные исследования позвоночных разных уровней филогенетического развития. В этой книге они рассмотрены на примере работ Л. В. Крушинского (см. гл. 4, 8).

Как мы уже упоминали, проблемы мышления до недавнего времени практически не были предметом отдельного рассмотрения в пособиях по поведению животных, высшей нервной деятельности, а также зоопсихологии. Если же авторы затрагивали эту проблему, то старались убедить читателей в слабом развитии их рассудочной деятельности и наличии резкой (непроходимой) грани между психикой человека и животных. К. Э. Фабри, в частности, в 1976 году писал: «Интеллектуальные способности обезьян, включая антропоидов, ограничены тем, что вся их психическая деятельность имеет биологическую обусловленность, поэтому они *неспособны к установлению мысленной связи между одними лишь представлениями и их комбинированием в образы»* (выделено нами. — *Авт.).*

Между тем за последние 15—20 лет накоплено огромное количество новых и разноплановых данных, которые позволяют точнее оценить возможности мышления животных, степень развития элементарного мышления у представителей разных видов, степень его близости к мышлению человека.

К настоящему времени сформулированы следующие представления о мышлении животных.

♦ *Зачатки мышления имеются* у довольно широкого спектра видов позвоночных — рептилий, птиц, млекопитающих разных отрядов. У наиболее высокоразвитых млекопитающих — человекообразных обезьян — способность к обобщению позволяет усваивать и использовать языки-посредники на уровне 2-летних детей (см. гл. 6, 7).

♦ Элементы мышления проявляются у животных в разных формах. Они могут выражаться в выполнении многих операций, таких как обобщение, абстрагирование, сравнение, логический вывод, экстренное принятие решения за счет оперирования эмпирическими законами и др. (см. гл. 4, 5).

♦ Разумные акты у животных связаны с обработкой множественной сенсорной информации (звуковой, обонятельной, разных видов зрительной — пространственной, количественной, геометрической) в разных функциональных сферах — пищедобывательной, оборонительной, социальной, родительской и др.

♦ Мышление животных — не просто способность к решению той или иной задачи. Это системное свойство мозга, причем чем выше филогенетический уровень животного и соответствующая структурно-функциональная организация его мозга, тем большим диапазоном интеллектуальных возможностей оно обладает.

РЕЗЮМЕ

Для обозначения высших форм познавательной (когнитивной) деятельности человека существуют термины — «разум», «мышление», «рассудок», «разумное поведение». Употребляя эти же термины при описании мышления животных, необходимо помнить, что сколь бы сложны ни были проявления высших форм поведения и психики животных в рассмотренном ниже материале, речь может идти только об **элементах и зачатках соответствующих мыслительных функций** *человека.* Термин Л.

В. Крушинского **«рассудочная деятельность»** позволяет избежать полного отождествления мыслительных процессов у животных и человека, существенно различающихся по степени сложности.

1. Какие направления биологии исследуют поведение животных?
2. На каких принципах основаны классификации поведения животных?
3. Какие вопросы стоят перед учеными, изучающими мышление животных?
4. Каковы основные направления в изучении мышления животных?

Глава 2. ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ МЫШЛЕНИЯ ЖИВОТНЫХ.

Эволюция представлений о «разуме» животных — от альтернативы понятия «инстинкт», объединяющей все формы индивидуально-приспособительной деятельности, до современных концепций, расценивающих элементарное мышление животных как особую ее форму, отличную от способности к обучению. Основные тенденции становления экспериментального и сравнительного подходов к изучению высших психических функций животных. Вклад различных направлений науки о поведении в решение этой проблем. Краткие персоналии исследователей, внесших существенный вклад в ее решение (Л. В. Крушинский, Н. Н. Ладыгина-Котс, В. Келер, Л. А. Фирсов и др.).

Становление представлений об элементарном мышлении (рассудочной деятельности) животных и ее проявлениях в разных сферах поведения имеет достаточно длинную историю. На всех этапах развития науки вопрос о наличии мышления у животных, степени его развития и роли в психике и поведении решался неоднозначно.

2.1. Донаучный период накопления знаний. Представления о «разуме» и «инстинкте» животных в трудах естествоиспытателей XVIII — первой половины XIX века.

Представления человека о поведении животных развивались вместе с его общими знаниями о природе. Во всех сферах своей деятельности с древнейших времен человек в той или иной степени зависел от животных, и поэтому для него было важно понимать закономерности их поведения. Задолго до первых научных исследований в этой области у людей постепенно накапливались *эмпирические знания* о повадках и образе жизни животных, об основах их взаимодействия в сообществах. В процессе одомашнивания диких животных формировались и первые представления *о наследственной основе поведения,* поскольку одновременно с хозяйственно полезными морфологическими признаками человек производил отбор и по полезным признакам поведения, таким как отсутствие агрессивности, «контактность», послушание, сторожевое поведение и т.д.

Наблюдения за дикими и прирученными животными способствовали появлению первых представлений об *особенностях их психологии,* постепенно вырабатывались *приемы дрессировки.* Укреплялась уверенность в том, что во многих случаях животные проявляют *сообразительность,* т.е. обнаруживают *зачатки разума.*

По мере накопления фактов о сложности и целесообразности поведения самых разных животных росло стремление не только преувеличивать их разумность, но и приписывать им чисто человеческие свойства — сознание, волю, любовь, злобу и

т.п. Такой подход к оценке поведения животных называется *антропоморфическим* (от *anthrapos* — человек, *morphe* — форма). В той или иной степени он нередко обнаруживается и теперь. Одна из актуальных задач современной науки о поведении — преодоление *антропоморфизма.*

С появлением и развитием естествознания (еще с середины XVIII века) оформилось подразделение поведения животных на две категории. Одну из них назвали *«инстинктом»* (от лат. *instinctus* — побуждение). Это понятие появилось в трудах философов еще в **III** веке до н.э. и означало способность человека и животных выполнять определенные стереотипные действия в силу внутреннего побуждения. Вторую категорию явлений называли *«разумом»,* но этим термином обозначали не собственно разумные поступки (как в настоящее время), а любые формы индивидуальной пластичности поведения, в том числе и те, которые обеспечиваются *обучением* (тенденция сводить понятие «разум животных» к более простым процессам отчасти сохраняется и по сей день).

Характерный для того периода развития науки подход к поведению животных можно найти в трудах французского натуралиста **Ж. Бюффона** (1707—1788). В книге «Всеобщая и частная естественная история» (1810) он попытался систематизировать данные не только о морфологических особенностях разных видов животных, но и об их образе жизни, нравах и привычках. Ученый выступил с критикой антропоморфического подхода в трактовке поведения животных. Описывая поразительные по сложности ритуальные действия общественных насекомых, Бюффон подчеркивал, что они являются механическими. В трудах Бюффона нет описаний тех форм поведения, которые можно было бы отнести к собственно разумным. Однако при описании «естественной истории» отдельных видов он указывал, что одни животные «умнее других», т.е. допускал различия в их умственных способностях.

Бюффон выступил против применения понятия «разум» к более элементарным формам поведения животных и тем самым способствовал созданию основ классификации отдельных форм поведения.

Одно из первых научных определений инстинкта дал немецкий ученый **Г. Реймарус** (1694—1768). Он допускал наличие у животных действий, которые можно сопоставить с разумным поведением человека. Реймарус, так же как и его современники и предшественники включал в эту категорию прежде всего способность к подражанию и обучению.

2.2. Ф. Кювье об «уме» и инстинкте животных.

Систематическое изучение поведения животных начинается с середины **XIX** века. Одним из первых *экспериментальное исследование и сравнительную оценку* некоторых его проявлений провел директор Парижского зоопарка **Фридрих Кювье** (1773—1837), брат знаменитого палеонтолога Г. Кювье. В своей работе Кювье стремился опираться на регулярные наблюдения за животными в привычной для них среде обитания, однако доступными для него были в основном обитатели зоопарка. С ними Кювье даже проводил некоторые эксперименты. Особую известность получили его опыты с бобрами, воспитанными в неволе в изоляции от сородичей. Они сыграли существенную роль в понимании природы инстинкта. Кювье обнаружил, что бобренок-сирота успешно строил хатку, несмотря на содержание в неподходящих для этого условиях и на отсутствие возможности научиться таким действиям у взрослых бобров. Вместе с тем Ф. Кювье удалось зафиксировать и

немало других, не менее важных, но не получивших столь же широкой известности фактов. На основе наблюдений за животными в Парижском зоопарке он описал и сопоставил поведение млекопитающих нескольких отрядов (грызунов, жвачных, лошадей, слонов, приматов, хищных), причем многие из них стали объектом научного исследования впервые.

Ф. Кювье собрал многочисленные факты, свидетельствовавшие об «уме» животных, и попытался проанализировать их в поисках границы между «умом» и инстинктом, а также между умом человека и «умом» животных. Кювье отметил разную степень «ума» у животных. Он не использовал четких критериев «умственных способностей», тем не менее многие характеристики в дальнейшем подтвердились с помощью точных методов исследования. Например, Кювье ставил грызунов ниже жвачных только на основании того, что они не отличают человека, который за ними ухаживает, от остальных. В отличие от грызунов, жвачные животные хорошо узнают своего хозяина, хотя могут и «сбиться», когда тот меняет одежду. По мнению Кювье, хищные и приматы (их называли тогда «четверорукими») «обладают, кажется, таким умом, который только может быть у животных. ...По-видимому, орангутан обладает наибольшим умом». Следует отметить, что Кювье принадлежит одно из первых и во многом точное описание повадок орангутана и некоторых других обезьян.

Оценивая удивительные по «целесообразности» и «разумности» Действия животных, например постройку хаток бобрами, он указывал, что такие действия совершаются не целенаправленно, а как проявление сложного инстинкта, в «котором все слепо, необходимо и неизменно; тогда *как в уме все подлежит выбору, условию и изменяемости».*

Таким образом, вклад Ф. Кювье в развитие науки о поведении заключался в следующем:

♦ он впервые показал возможность проявления инстинкта в условиях изоляции от типичных для вида условий среды;

♦ попытался провести границу между «умом» и инстинктом;

♦ дал сравнительную характеристику «ума» представителей разных таксономических групп (хотя использован для этого не подходящие критерии).

2.3. Влияние эволюционного учения Ч. Дарвина на исследование повеления. Книга Дж. Роменса. «Канон Ллойда-Моргана».

Решающее значение для возникновения и развития сравнительных и экспериментальных исследований поведения и психики животных имели труды **Ч. Дарвина** (1809—1882). Его учение о происхождении видов путем естественного отбора позволяло анализировать эволюционные аспекты поведения. Оно не только обогатило эмпирические знания, но и углубило теоретические представления ученых, а также определило использование сравнительного метода в этой области.

В работах «О выражении ощущений у животных и человека» (1872; см.: 1953), а также «Инстинкт» и «Биографический очерк одного ребенка» (1877) Дарвин впервые использовал *объективный метод изучения психики,* хотя и реализованный в форме наблюдения, а не эксперимента.

На большом фактическом материале Дарвин тщательно проанализировал репертуар выразительных движений у человека и животных, главным образом приматов. Обобщая результаты этого сравнения, Дарвин пришел к выводу, что

проявления ощущений у животных и человека имеют много черт сходства: «Некоторые формы выражения эмоций человека, такие как вздыбливание волос под влиянием крайнего испуга или оскаливание зубов во время приступа ярости, едва ли можно понять, если не предположить, что некогда человек существовал в более примитивном и звероподобном состоянии. Общность некоторых способов выражения эмоций у различных, но близких видов, как, например, движение одних и тех же мышц во время смеха у человека и различных обезьян, представляется более осмысленным, если предположить, что они происходят от одного предка» (Дарвин, 1953). На этом основании он пришел к выводу об общности происхождения обезьян и человека, т.е. их родстве и преемственности.

Дарвин впервые применил принцип объективного анализа к таким психическим явлениям (выражение эмоций), которые до того момента считались наиболее субъективными.

Собранные Дарвиным многочисленные сведения о поведении животных в естественных условиях и в неволе позволили ему четко выделить три основные категории поведения — *инстинкт, способность к обучению* и *«способность к рассуждению».* Он определял инстинкты как акты, которые выполняются одинаково многими особями одного вида, без понимания цели, с которой эти действия производятся. Вместе с тем Дарвин полагал, что зачатки разума *(«способность к рассуждению» — reasoning)* так же присущи многим животным, как инстинкты и способность к формированию ассоциаций (т.е. к обучению). Разницу между психикой человека и высших животных, как бы она ни была велика, он определял как разницу *«в степени, а не в качестве»* (1896).

Представление Ч. Дарвина о том, что психическая деятельность человека — лишь один из результатов единого процесса эволюционного развития, стимулировало применение *сравнительного метода в психологии,* в частности сбор данных о чертах сходства психики животных и человека.

Таким образом, вклад Ч. Дарвина в проблему мышления животных состоит в следующем:

♦ впервые было введено представление о трех составляющих поведения и психики животных (инстинкт, обучение, рассудочная деятельность);

♦ учение Ч. Дарвина способствовало применению сравнительного и эволюционного подхода в психологии.

Одним из первых к проблеме сходства психики животных и человека обратился друг и единомышленник Дарвина **Джон Ромене (1848— 1894).** Наибольшую известность получила его книга «Ум животных» (1888), где он выступил как натуралист, стремившийся доказать *единство и непрерывность развития психики* на всех уровнях эволюционного процесса. Материалом для этого послужили многочисленные наблюдения сложных проявлений поведения у животных разного филогенетического уровня (как позвоночных, так и беспозвоночных). Среди множества приведенных примеров поведения позвоночных Роменс выделял «разумные». По его мнению, отличительной особенностью «разумных» действий было их влияние на *приспособление* животного к *новым условиям существования.*

Гипотеза о наличии у животных элементов разума всегда существовала в массовом сознании в эмпирическом, бытовом понимании этого термина. Собранный Дж. Роменсом обширный материал, на первый взгляд, вполне отвечал этому представлению, но был весьма неоднороден: наряду с вполне достоверными наблюдениями было приведено и много непроверенных. Анализ его «коллекции» с современных позиций показывает, что часть их следует рассматривать как

иллюстрации проявления инстинкта, а многие другие правильнее было бы относить к «охотничьим рассказам» и «анекдотам». В книге упоминалось, что крысы «сообразили» воровать яйца особым способом: одна крыса обнимает яйцо лапами и переворачивается на спину, а другие тащат ее за хвост. Однако за более чем 100 лет интенсивного изучения поведения крыс в лаборатории никому не удалось наблюдать ничего похожего.

Работа Дж. Роменса при всей своей неоднозначности представляла собой первую попытку *обобщить факты разумного поведения животных* и прочно привлекла внимание к этой проблеме.

Большую роль в выработке критериев, необходимых для надежного разделения разных форм поведения, сыграли работы (преимущественно теоретические) английского психолога **Конвея Ллойда Моргана** (1852—1936). Он одним из первых обратился к проблеме соотношения инстинктов и обучения в поведении животных. Рассматривая возможность изменения инстинктов под влиянием индивидуального опыта в книге «Привычка и инстинкт» (1899) и тщательно отграничивая все унаследованное, инстинктивное от индивидуально приобретенного, К. Л. Морган в то же время обращал внимание на постоянное переплетение этих компонентов в поведении животного.

Ученый обратил внимание, что наследуются не только инстинкты, но и способность к усвоению определенных видов индивидуального опыта, т.е. указал на существование *биологической предрасположенности к определенным видам обучения* (см.: Зорина и др., 1999). Ему принадлежит также инициатива экспериментального исследования процесса обучения у животных, успешно реализованная в дальнейшем Э. Торндайком. Считается, что именно после посещения лекций Ллойда Моргана в Гарвардском университете в 1896 году его ученик Торндайк начал свои эксперименты (см. 2.4.1).

Морган выступал против антропоморфизма в трактовке феноменов поведения животных. Он автор «правила экономии», известного как *«канон Ллойда Моргана».*

Согласно «правилу экономии» *«то или иное действие ни в коем случае нельзя интерпретировать как результат проявления какой-либо высшей психической функции, если* его *можно объяснить на основе наличия у животного способности, занимающей более низкую ступень на психологической шкале».*

Это положение особенно важно при анализе и трактовке сложных форм поведения животных, при решении вопроса о том, можно ли их считать проявлениями разума.

В работах К. Л. Моргана были сформулированы следующие положения, важные для развития науки о поведении, в частности о зачатках мышления:

- ♦ взаимодействие инстинкта и приобретенных поведенческих реакций;
- ♦ существует биологическая предрасположенность к некоторым формам обучения;
- ♦ при изучении мышления животных необходимо следовать «правилу экономии».

2.4. Объективные методы изучения поведения и психики животных.

Следующий этап в изучении поведения животных, и в частности наиболее

сложных форм их психики, был связан с введением объективных методов исследования в противовес господствовавшему в психологии человека методу *интроспекции* — описанию психики на основе самонаблюдения. Появляется целый комплекс близких, но самостоятельных дисциплин — зоопсихология, экспериментальная и сравнительная психология, физиология высшей нервной деятельности; особое положение в этом списке занимает бихевиоризм. Сравнительная психология сопоставляет различные ступени психического развития животных разного уровня организации. Такие исследования позволяют пролить свет на возрастание сложности психики животных в эволюционном ряду.

2.4.1. И. П. Павлов - основоположник учения о высшей нервной деятельности.

Физиология высшей нервной деятельности, заложившая фундамент изучения физиологических основ психических явлений (подробнее см. 3.2), начинает формироваться в первом десятилетии XX века. В этот период практически параллельно Э. Торндайк в США разрабатывал основы *экспериментальной психологии,* а в России **Иван Петрович Павлов** (1849—1936) создавал новое направление в физиологии — учение *о высшей нервной деятельности,* целью которого было объективное изучение психики животных и человека.

В основе учения И. П. Павлова лежал *рефлекторный принцип,* а *«элементарной единицей»* всех проявлений высшей нервной деятельности был признан *условный рефлекс* (см. 3.2).

Первоначально Павлов считал условный рефлекс аналогом психологического термина *«ассоциация»* и рассматривал его как универсальный приспособительный механизм.

В дальнейшем метод условных рефлексов действительно послужил одним из основных способов объективного изучения физиологических механизмов поведения и психики животных. Эта сторона научной деятельности И. П. Павлова широко известна, однако она не исчерпывает ни его реальных интересов, ни тех разносторонних работ, которые проводились в его лабораториях. Так, наряду с углубленными исследованиями особенностей формирования условных рефлексов животных и человека в норме и патологии, в лаборатории И. П. Павлова как при его жизни, так и впоследствии проводился анализ и «безус-ловнорефлекторной деятельности» (т.е. инстинктов, хотя этот термин физиологи павловской школы почти не использовали). В той или иной степени были затронуты также проблемы онтогенеза поведения (опыты С. Н. Выржиковского и Ф. П. Майорова, 1933) и начались работы по генетике высшей нервной деятельности (подробнее см. гл. 9). Однако менее всего известны эксперименты сотрудников павловской лаборатории, которые внесли определенный вклад в исследование проблемы мышления животных (подробнее об этом см. в 2.7).

2.4.2. Сравнительная характеристика обучения животных методом «проб и ошибок» в исследованиях Торндайка.

Американский ученый **Эдвард Торндайк** (1874—1949) наряду с И. П. Павловым считается основателем научного метода исследования процесса обучения у животных в контролируемых лабораторных условиях. Он первым из психологов

применил к изучению психики животных *экспериментальный подход.* Такой подход несколько ранее был предложен немецким ученым **Вильгельмом Вундтом** (1832—1920) для изучения психики человека в противовес господствовавшему в тот период методу *интроспекции,* основанному на *самонаблюдении.*

Э. Торндайк в своих исследованиях применил метод так называемых «проблемных ящиков» (идея была подсказана К. Л. Морганом, который видел, как собака научилась открывать задвижку садовой калитки; см. рис. 3.5). Животное (например, кошку) помещали в запертый ящик, выйти из которого можно было, только совершив определенное действие (нажать на педаль или рычаг, открывающие задвижку). После множества «проб» (достаточно беспорядочных движений), которые в своем большинстве бывают неудачными, т.е. «ошибками», животное, наконец, совершает нужное действие, а при повторных помещениях в этот ящик выполняет его каждый раз быстрее и чаще.

По Торндайку, исходным моментом поведенческого акта является наличие так называемой *проблемной ситуации,* т.е. таких внешних условий, для приспособления к которым у животного нет *готового* двигательного ответа (т.е. видоспецифического инстинктивного акта). Решение проблемной ситуации определяется взаимодействием организма как единого целого со средой. Выбор действий животное осуществляет активно, а формирование действий происходит путем упражнений.

В книге «Интеллект животных» (1898) Торндайк утверждал, что решение задачи является интеллектуальным актом.

Решение задачи появляется как результат активных действий индивида благодаря последовательному перебору различных манипуляций.

На основе экспериментальных данных Торндайк сформулировал ряд законов поведения при решении животным задач, основанном на «пробах и ошибках». Эти законы долгое время служили важной теоретической базой экспериментальной психологии.

Своими работами Торндайк положил начало объективному изучению поведения. Введенные им в практику лабораторного исследования методы (в том числе и метод «проблемных ящиков») позволяли количественно оценивать ход процесса научения. Торндайк первым ввел графическое изображение успешности выработки навыка — «кривую научения» (см. рис. 3. 4Б).

Переход к строгой количественной оценке действий подопытного животного сделал Торндайка *основоположником экспериментальной психологии* животных. Он был первым, кто сопоставил скорость обучения у представителей разных таксономических групп (позвоночных и беспозвоночных). Его данные впервые свидетельствовали, что в целом скорость формирования простых навыков у всех млекопитающих приблизительно одинакова, хотя обезьяны обучаются несколько быстрее других животных. Этот факт впоследствии был многократно подтвержден (Воронин, 1984) и оказал важное влияние на выбор объектов и направлений будущих исследований. Предполагалось, что коль скоро все позвоночные обучаются приблизительно одинаково быстро, то, по-видимому, закономерности и механизмы этого процесса целесообразно изучать на более доступных лабораторных животных — крысах и голубях. Многие десятилетия они были основными объектами экспериментов, которые именовались «сравнительными», хотя на самом деле таковыми не являлись. Закономерности, обнаруженные при анализе процесса обучения у крыс и голубей, исследователи переносили на всех представителей классов млекопитающих и птиц в целом. В следующих главах мы приведем примеры того, что во многих случаях такой перенос совершенно неправомерен.

Работы Торндайка впервые позволили экспериментально разделить различные формы индивидуально приспособительного поведения. Первоначально предполагалось, что поведение животного в «проблемном ящике» будет служить демонстрацией *разумного решения* задачи.

Торндайк показал, что в основе этого поведения лежит более простой процесс — ***обучение методом «проб и ошибок».***

Таким образом, вклад Э. Торндайка в экспериментальную психологию состоит в следующем:

♦ он одним из первых разработал метод изучения поведения в эксперименте, который надолго вошел в научный обиход;

♦ сформулировал законы обучения, ввел количественные оценки этого процесса и способ его графического отображения;

♦ впервые дал сравнительную характеристику способности к обучению животных разных видов;

♦ показал, что в основе поведения, которое можно расценить как проявление разума, во многих случаях лежат другие, более простые по своей природе процессы;

♦ благодаря исследованиям Торндайка успешно развиваются современные направления экспериментальной сравнительной психологии.

2.4.3. Бихевиоризм. Работы Дж. Уотсона, Б. Скиннера и других.

Создателем бихевиоризма (от англ. *behavior)* был американский ученый **Джон Уотсон** (1878—1958). Он выдвинул радикальную для своего времени (начало XX века) идею о том, что предметом психологии животных и/или человека должно быть только такое поведение, проявления которого можно зарегистрировать и оценить количественно. Этот подход еще более жестко и решительно, чем подход Торндайка, исключал применение интроспекции к изучению психики, а также попытки антропоморфических трактовок поведения животных с привлечением понятий «воля», «желание», «сознание» и т.п.

Основные положения бихевиоризма Дж. Уотсон четко сформулировал в программной статье в 1913 г. «Психология глазами бихевиори-ста». Он утверждал:

♦ поведение построено из секреторных и мышечных реакций организма, которые в свою очередь детерминированы действующими на животное внешними стимулами;

♦ анализ поведения следует проводить строго объективно, ограничиваясь регистрацией внешне проявляющихся феноменов;

♦ основным содержанием экспериментальной психологии является регистрация реакций в ответ на строго дозированное и контролируемое раздражение.

Эти положения произвели настоящий переворот в экспериментальной психологии. Впоследствии они были дополнены и расширены другими исследователями. Наиболее сильно бихевиоризм затронул развитие американской психологии.

Жесткая концептуальная схема бихевиоризма породила целый ряд новых, специфичных для него терминов (см. 3.2.2.3). Именно бихеви-ористы были сторонниками упомянутой выше тенденции исследовать поведение только двух видов лабораторных животных — белой крысы и голубя. Они активно отстаивали

тезис, что исследования психики должны сводиться к изучению поведения, прежде всего к анализу связей между стимулами и возникающими на их основе реакциями (принцип «смежности» (contiguity) стимула и реакции). На долгие десятилетия *формула* ***«стимул-реакция»*** *(S-R)* стала рассматриваться как универсальная основа для интерпретации поведения.

Бихевиористы (последователи Дж. Уотсона) сознательно отбрасывали возможность того, что какие-то «промежуточные переменные», например процессы переработки информации в нервной системе, можно оценить путем регистрации поведения.

Сформулированные Уотсоном принципы получили очень широкое распространение и дальнейшее разноплановое развитие (см.: Яро-шевский, 1997). Большой вклад в развитие бихевиоризма внес американский исследователь **Берхаус Ф. Скиннер** (1904-1990). Он создал один из наиболее известных ныне методов изучения *инструментальных, или оперантных, условных рефлексов* (так называемая скиннеров-ская камера, см. 3.2, рис. 3.6).

В процессе развития бихевиоризма появились экспериментальные факты, выводы из которых вступили в противоречие с основными догмами этого учения. В частности, **Э. Толмен** (см. 2.4.4) сформулировал новую концепцию (необихевиоризм), допускавшую существование физиологических процессов, которые опосредуют проявление реакции на стимул. Она послужила основой для последующего изучения *когнитивных процессов* (см. 3.4).

В настоящее время убежденных сторонников «чистого» бихевиоризма практически не осталось. Используя приемы количественного анализа поведения (создание которых несомненно относится к заслугам бихевиоризма), современные экспериментальные психологи базируются в своих исследованиях на знаниях, накопленных наукой о поведении в целом. Как мы уже упоминали, эта тенденция — синтез научных направлений в общую теорию поведения, была основной в развитии науки о поведении второй половины XX века (см. также 2.9).

Отсутствие межвидовых различий в способности к элементарному обучению побуждало исследователей к поиску и созданию более сложных моделей его изучения. Исследования М. Биттермана (Биттерман, 1973; Bitterman, 1965), Г. Харлоу (Harlow, 1949; 1958), Л. Г. Воронина (1984) и др. позволили обнаружить более высокие уровни организации условнорефлекторной деятельности (см. гл. 3).

Проблема мышления животных находилась за пределами основных интересов бихевиористов хотя бы потому, что крысы и голуби, главные объекты их исследований, давали не слишком много пищи для ее анализа. Тем не менее исследования *дифферен-цировочного обучения* голубей способствовали *выявлению способности животных к обобщению* — одной из основных операций, составляющих суть мышления (см. гл. 5).

Вместе с тем, по мере накопления данных о наиболее сложных формах поведения животных некоторые из бихевиористов (Epstein, Premack, Shusterman и др.) предпринимали попытки их трактовки в терминах теории «стимул-реакция», подобно тому как приверженцы павловского учения о высшей нервной деятельности пытались объяснять сходные факты как совокупность условных рефлексов. Примеры такого подхода мы рассмотрим в соответствующих разделах.

2.4.4. Когнитивные процессы у животных. Исследования Э. Толмена и И. С. Бериташвили.

Психологическую концепцию американского исследователя **Эдварда Толмена** (1886-1959) иногда называют *необихевиоризмом.* Она основывается на признании *целенаправленности* в поведении животного. Толмен выдвинул представление о том, что животное учится выявлять, «что ведет к чему», причем то, что оно усваивает, может и не обнаруживаться внешне, в виде какой-либо деятельности («реакции»), но хранится в памяти в форме *представлений или образов.*

На основе экспериментов по обучению крыс в разных типах лабиринтов Толмен пришел к выводу, что схема Дж. Уотсона «стимул-реакция» недостаточна для описания поведения, поскольку при этом оно сводится к совокупности элементарных ответов на стимулы и как таковое теряет свое своеобразие. Для объяснения получаемых результатов он выдвинул представление о том, что, находясь в лабиринте, животное обучается выявлять смысловые связи между элементами среды (стимулами). Так, в разных типах экспериментов по обучению крыс он показал, что животные усваивают информацию об общих характеристиках экспериментальной камеры или лабиринта, хотя сначала это никак не сказывается на поведении.

С точки зрения Толмена, в процессе обучения животное приобретает *знания (cognition)* обо всех деталях ситуации, сохраняет их в форме *внутренних представлений (infernal or mental representations)* и может использовать в «нужные» моменты. У животного формируется некая *«когнитивная карта»,* или *«мысленный план»,* всех характеристик лабиринта, а затем по нему оно строит свое поведение. «Мысленный план» может создаваться и в отсутствие подкрепления (латентное обучение; см. 3.4.2).

Придерживаясь в целом бихевиористской схемы «стимул-реакция» для объяснения своих данных, Толмен ввел представление о так называемых *промежуточных переменных,* т.е. внутренних процессах, которые «вклиниваются» между стимулом и ответной реакцией, определяя характер ее течения. К промежуточным переменным он относил, в частности, мотивацию и формирование мысленных (внутренних) представлений. Сами эти процессы, по его мнению, могут быть исследованы строго объективно — по их функциональному проявлению в поведении.

Предположение Толмена о существовании у животных некоего «процесса представления» согласовывалось с данными, ранее полученными американским психологом **У. Хантером** (Hunter, 1913). Для исследования такой способности он предложил *метод отсроченных реакций,* который позволял оценить, в какой степени животное способно реагировать на воспоминание о стимуле в отсутствие этого реального стимула (см. 3. 4.1).

Представления Э. Толмена лежат в основе практически всех современных исследований когнитивных процессов у животных. Основные результаты его работ были изложены в монографии «Целенаправленное поведение животных и человека» (1932). Д. Мак-Фарленд (1988) пишет, что Толмен во многом опередил свое время и что его можно считать отцом современного *когнитивного подхода к изучению поведения животных.* Это особенно ясно из обзора работ, в которых проводится анализ формирования пространственных представлений у животных (O'Keefe, Nadel, 1978; Nadel, 1995; см. 3.4.3).

В отечественной физиологии сходные представления развивал **Иван Соломонович Бериташвили** (или **Беритов,** 1884—1974), создатель Института физиологии Грузинской АН и известной грузинской нейрофизиологической школы. Еще в конце 20-х годов XX в. Бериташвили начал оригинальные экспериментальные

исследования способности животных к отсроченным реакциям. На их основе была создана гипотеза о «психонервных образах», согласно которой поведение собаки, поставленной в ситуацию решения задачи, определяется не действующими в данный момент стимулами, а *мысленными представлениями* о них, или их *образами.* Исследования и взгляды И. С. Бериташвили (1974), как и Э. Толмена, во многом опередили время, хотя его эксперименты были больше похожи на наблюдения, а результаты не всегда могли быть обработаны количественными методами. Труды школы И. С. Бериташвили, наравне с работами Э. Толмена, стоят у истоков современных исследований когнитивных процессов у животных. Ученики Бериташвили (А. Н. Бакурадзе, Т. А. Натишвили и др.) исследуют нейрофизиологические механизмы отсроченных реакций у животных и закономерности пространственной памяти (Натишвили, 1987). В них подтверждается его гипотеза о существовании у животных «психонервного процесса представления».

Продолжение и развитие положения И. С. Бериташвили получили в уникальных исследованиях Я. К. Бадридзе (1987). Он проанализировал онтогенез пищевого поведения волка — весьма трудного для экспериментальной работы животного. Длительные и подробные наблюдения за становлением рассудочной деятельности этого животного проводились как в условиях полусвободного содержания, так и в природе. В настоящее время исследования Бадридзе связаны с разработкой проблемы реинтродукции редких и исчезающих видов млекопитающих в Грузии. Одно из необходимых условий решения таких задач автор видит в точном знании поведения животных в естественных условиях и, в частности их реакций на человека и элементы антропогенной среды, которые, по его данным, осуществляются с участием различных форм элементарного мышления

2.5. Сравнительная психология и зоопсихология в России.

В России основоположниками научного изучения психической активности животных были К. Ф. Рулье (1814—1858) и В. А. Вагнер. Основанное ими направление получило название *зоопсихологии.* Оно изучало *проявления, закономерности и эволюцию психики животных.* Особое внимание уделялось происхождению и развитию психики в онто-и филогенезе, а также выявлению возможных предпосылок и предыстории человеческого сознания. Развитие этой области психологии неразрывно связано с работами Н. Н. Ладыгиной-Котс, Н. Ю. Войто-ниса, Г. 3. Рогинского, К. Э. Фабри.

2.5.1. «Объективный биологический метод» изучения поведения животных в трудах В. А. Вагнера.

Владимир Александрович Вагнер (1849—1934) внес большой вклад в сравнительное изучение природы инстинктов и разработку самой методологии «биопсихологических», по его терминологии, исследований. Хорошо известны, например, его работы о «строительном» поведении десятков видов пауков, городской ласточки и других животных. Эти работы принесли Вагнеру большую известность как естествоиспытателю. Он был также блестящим лектором и педагогом.

В докторской диссертации «Биологический метод в зоопсихологии» (1902; см. 1997) Вагнер сделал первую сводку своих работ по психологии животных. Он

подчеркивал огромное значение зоопсихологии в поиске путей эволюции психических способностей в животном мире — эволюции, которая приводит в конце концов к пониманию генезиса нашего собственного «Я». «Объективный биологический метод» Вагнера отвергал изучение психики человека как пути к пониманию психики животных. Основные идеи диссертации были затем развиты в работе «Биологические основания сравнительного метода», где ученый анализировал специальные *методологические подходы* к предмету исследования:

♦ *филогенетический подход,* в соответствии с которым особенности инстинктов данной группы животных следует оценивать в сопоставлении с поведением видов — ближайших родственников исследуемого; на основе такого сравнения можно проследить последовательную эволюцию инстинктов у разных групп животных;

♦ *онтогенетический подход,* в соответствии с которым происхождение инстинкта можно понять, анализируя его индивидуальные проявления и развитие у отдельной особи; это, по его мнению, важно для понимания эволюционных изменений инстинктивного поведения.

В. А. Вагнер был одним из первых русских ученых, пытавшихся анализировать проблему индивидуально-приобретенного поведения и его роль в жизнедеятельности животных. Согласно традициям своего времени он называл его «разумом», включая в это понятие результаты научения, накопление опыта в форме ассоциаций и подражание.

Вагнер отмечал, что, поскольку индивидуально-приобретенное поведение всегда связано с биологически важными ситуациями, провести границу между ним и врожденным поведением трудно, но в этом могут помочь предложенные им критерии (Вагнер, 1997):

♦ анатомо-физиологический;

♦ онтогенетический;

♦ биопсихологический.

Однако применение *анатомо-физиологического критерия* сразу же привело самого автора к ошибочному заключению. Он утверждал, что «разумные» способности есть только у животных, обладающих корой, хотя уже в то время были известны многочисленные факты успешного обучения разных видов беспозвоночных животных. Способность к обучению позвоночных со слабо развитой корой также свидетельствует об ограниченности подобного критерия. Возможно, что именно здесь лежат истоки бытовавшего вплоть до недавнего времени представления о том, что у птиц преобладают инстинктивные формы поведения, а способность к обучению ограничена, поскольку у них практически отсутствует новая кора.

Онтогенетический критерий предполагает, что развития инстинктов, как такового, не происходит. Инстинкты, по Вагнеру, имеют последовательные возрастные стадии, которые сменяют друг друга, тогда как «разумные» способности развиваются постепенно.

Биопсихологический критерий оценивает возможность животного выбирать, какое из действий совершить: «разумные действия» отождествляются с таким выбором (в противоположность жесткости инстинктивных движений). Кроме того, в отличие от инстинкта, «разумные» действия могут быть очень сложными и осуществляться достаточно редко. Следует отметить, однако, что этот критерий нельзя считать удачным, потому что (как уже было известно в начале XX века и хорошо известно сейчас) многие инстинктивные действия отличаются большой сложностью, содержат много элементов, жестко соединенных между собой, и могут

осуществляться, например, всего один раз в год, занимая совсем небольшой промежуток времени. В качестве примера можно привести многие эпизоды поведения птиц в период размножения.

В. А. Вагнер *полностью отрицал способность* животных к каким бы-то ни было *проявлениям зачатков разума* в прямом смысле этого слова. Он считал, что эти явления можно вполне объяснить формированием навыков. Он подробно проанализировал полученные В. Келером (гл. 4) первые экспериментальные доказательства того, что индивидуально-приспособительная деятельность животных не ограничивается только способностью к обучению и включает также элементы разумных решений. Отдавая должное методам В. Келера, Вагнер, тем не менее, считал его выводы неверными (и в этом ошибался!). Столь же ошибочной была и его оценка способности животных к обобщению по признаку сходства, обнаруженная Ладыгиной-Котс (1925) в экспериментах на шимпанзе (см. 5.4).

Свои выводы и общетеоретические заключения Вагнер строил на основе наблюдений, многие из которых были поистине замечательными. Однако он не был экспериментатором, и это, возможно, определило характер многих его выводов. В. А. Вагнер отказывал животным в наличии у них зачатков разума, он также считал, что способность к научению как таковая не является особой формой поведения. Сообщества социальных насекомых, в частности шмелей, он рассматривал как специальную форму симбиоза (!). Это, как мы знаем, также не соответствует действительности, и уже в то время социальная структура сообществ перепончатокрылых была известна.

Работы Вагнера оказали существенное влияние на развитие отечественной науки о поведении. Введенный им *«объективный биологический метод»* был воспринят и получил широкое применение в работах отечественных зоопсихологов.

Этот метод использовали Н. Н. Ладыгина-Котс (1935; 1959), Н. Ю. Войтонис (1949), Н. Ф. Левыкина (1947), Н. А. Тих (1955; 1970), Г. 3. Рогинский (1948), С. Л. Новоселова (1997), К. Э. Фабри (1976). Эти ученые изучали психику человекообразных обезьян с точки зрения биологических предпосылок антропогенеза, возникновения и развития человеческого сознания (см.: Фабри, 1976; 1993). Объектами их исследований были манипуляционная активность и орудийная деятельность, сложные навыки и интеллект, стадное поведение обезьян как предпосылка зарождения социальности и языка человека.

2.5.2. Зоопсихологические исследования Н. Н. Ладыгиной-Котс.

Особый вклад в исследование поведения и психики животных внесла **Надежда Николаевна Ладыгина-Котс.** Своим главным учителем Надежда Николаевна считала Ч. Дарвина. В своих исследованиях эволюции психики она применяла сравнительно-психологический метод, сопоставляя особенности поведения животных разного филогенетического уровня — высших и низших обезьян, птиц и млекопитающих разных видов, антропоидов, а также детей. По ее инициативе при Дарвиновском музее была организована зоопсихо-логическая лаборатория.



Н. Н. Ладыгина-Котс (1889—1963) с ее воспитанником шимпанзе Иони (фото А. Ф. Котса, 1913 г.).

Особый след в истории науки оставила ранняя работа Н. Н. Лады-гиной-Котс — сравнительное описание онтогенеза познавательной Деятельности детеныша шимпанзе и собственного ребенка. Результатом сравнения этих наблюдений явился уникальный труд «Дитя шимпанзе и дитя человека» (1935), проиллюстрированный десятками фотографий и рисунков.

Полуторагодовалый шимпанзе Иони прожил в семье Надежды Николаевны два с половиной года (1910—1913). Благодаря возможности наблюдать за Иони постоянно, был впервые описан поведенческий репертуар детеныша шимпанзе, включающий игровую, исследовательскую и конструктивную деятельность (1923). Особое значение имели наблюдения особенностей восприятия и обучаемости шимпанзе. Иони обнаружил также способность к наглядно-действенному мышлению, к обобщению нескольких признаков и использованию понятия о тождестве (сходстве) стимулов. Последнее он применял не только в ситуации эксперимента, но и в повседневной жизни.

Отмечая *многочисленные черты сходства поведения шимпанзе и человека* на ранних стадиях онтогенеза, автор указывает на те критические точки, с которых *развитие психики ребенка идет принципиально иными темпами и на качественно другом уровне, чем у шимпанзе.*

Полемизируя с В. Келером и Р. Йерксом, которые подчеркивали черты сходства в когнитивной деятельности антропоидов и человека, Н. Н. Ладыгина-Котс акцентировала внимание на имеющихся между ними различиях, на том, что

«...шимпанзе не почти человек, а совсем не человек».

Подобные исследования развития детенышей обезьян, «усыновленных» человеком, успешно повторили В. и Л. Келлог (Kellog, Kellog, 1933) и К. и К. Хейс (Hayes, Hayes, 1951). Вторая жизнь этого экспериментального метода началась в 70-е годы XX века, когда американские ученые обратились к поискам у антропоидов зачатков второй сигнальной системы и начали обучать их различным языкам-посредникам (см. 2.9.2 и гл. 6). Многие из них (см., например: Savage-Rumbaugh, 1993) подтвердили выявленные Ладыгиной-Котс черты сходства в раннем развитии познавательных способностей человека и шимпанзе, а кроме того показали, что шимпанзе к 5 годам могут усваивать аналог человеческого языка на уровне детей в возрасте 2—2,5 года. Закономерности, обнаруженные Ладыгиной-Котс, подтвердились также в многочисленных исследованиях этологов, например Дж. Гудолл, Дж. Шаллера, Д. Фосси, наблюдавших шимпанзе и горилл в естественной среде обитания.

В процессе изучения познавательных способностей Иони Ладыгина-Котс разработала и ввела в экспериментальную практику методику *«выбора по образцу»,* которая с тех пор широко используется в психологии и физиологии для исследования разных аспектов психики животных.

Центральное место в трудах Н. Н. Ладыгиной-Котс занимала проблема *элементарного мышления животных* как предпосылки человеческого мышления, позволяющего выявить и восстановить предысторию его возникновения в процессе эволюции. Во многом именно благодаря работам Н. Н. Ладыгиной-Котс, ее учеников (Н. Ф. Левыки-ной, А. Я. Марковой, К. Э. Фабри, С. Л. Новоселовой и др.) и коллег стало известно, как шимпанзе воспринимают внешний мир, какова их способность к обобщению и абстрагированию, какие формы наглядно-действенного мышления им доступны. Особое внимание уделялось манипуляционной, орудийной и конструктивной деятельности приматов.

Н. Н. Ладыгина-Котс писала, что «обезьяны имеют *элементарное конкретное образное мышление (интеллект),* способны к элементарной абстракции и обобщению, и эти черты приближают их психику к человеческой». При этом она подчеркивала, что «...их интеллект качественно, принципиально отличен от понятийного мышления человека, имеющего язык, оперирующего словами как сигналами сигналов, системой кодов, в то время как звуки обезьян, хотя и чрезвычайно многообразны, но выражают лишь их эмоциональное состояние и не имеют направленного характера. Они (шимпанзе) обладают, как и другие животные, лишь первой сигнальной системой» (послесловие к книге Я. Дембовского «Психология обезьян», с. 317).

Научное наследие Н. Н. Ладыгиной-Котс продолжает оказывать глубокое влияние на современных исследователей проблемы эволюционных предпосылок мышления человека как в России, так и за рубежом. Это влияние проявляется в разных формах. Так, до настоящего времени многие авторы (и зоопсихологи, и физиологи) продолжают широко цитировать ее труды. Более того, многие современные ученые и целые лаборатории в новых формах и на новом уровне применяют разработанные ею методы и подходы и продолжают изучать некогда затронутые ею проблемы.

Представления Ладыгиной-Котс о наличии у животных элементов мышления нашли многообразные подтверждения. Однако вопрос о степени сходства психики шимпанзе с человеческой существенно пересмотрен. Не подлежит сомнению, что пропасть между возможностями их психики не столь глубока, как считалось прежде. Даже по уровню понимания речи человека и овладения его языком шимпанзе все же достигают уровня двухлетнего ребенка.

В заключение остается упомянуть еще об одном направлении более поздних исследований, которое способствовало развитию взглядов Н. Н. Ладыгиной-Котс на эволюцию мышления. Она считала, что определение интеллекта обезьян, данное Г. З. Рогинским (1948), нуждается в одном существенном уточнении. По ее мнению, «о наличии интеллекта может свидетельствовать установление лишь *новых* адаптивных связей в *новой* для животного ситуации» (Ладыгина-Котс, 1963, с. 310). Эта сторона мышления животных стала объектом интенсивных исследований Л. В. Крушинского и его сотрудников (см. гл. 4 и 8).

Итак, значение работ Н. Н. Ладыгиной-Котс состоит в том, что:

♦ впервые был проведен эксперимент по воспитанию детеныша шимпанзе в «развивающей среде»;

♦ был описан онтогенез поведения шимпанзе, сопоставлены особенности познавательной деятельности приматов и человека;

♦ показано наличие у шимпанзе способности к обобщению и абстрагированию как одной из основных характеристик элементарного мышления;

♦ разработан и введен в практику важнейший современный метод исследования психики животных — обучение «выбору по образцу»;

♦ проведено сравнительное исследование орудийной и конструктивной деятельности приматов;

♦ сделан вывод о наличии у животных зачатков мышления как предпосылки мышления человека.

2.5.3. Исследования поведения и психики приматов в СССР.

В 20—60-е годы в нашей стране был выполнен ряд других исследований поведения и психики обезьян в Московском, Ленинградском и Киевском зоопарках (под руководством Н. Н. Ладыгиной-Котс, Г. З. Ро-гинского и В. П. Протопопова), в Сухумском питомнике (Н. Ю. Войто-нис и его ученики, а также Л. Г. Воронин и его сотрудники), в Институте физиологии в Колтушах (ученики И. П. Павлова, в том числе П. К. Денисов, Э. Г. Вацуро, М. П. Штодин, Ф. П. Майоров, Л. Г. Воронин, позднее Л.А.Фирсов и др.; см. также 2.7).

В работах Г. З. Рогинского (1948), Н. Ю. Войтониса (1949), Н. А. Тих (1955; 1970) и других были описаны различные *формы наглядно-действенного мышления, орудийной и конструктивной деятельности приматов,* дополнены сведения о способности к обобщению и абстрагированию у разных видов обезьян. Ряд работ был посвящен сравнению психики высших и низших обезьян. Так, в лаборатории В. П. Протопопова исследовали обучение сложным двигательным навыкам у капуцинов, макаков и человекообразных обезьян. Сопоставляя процесс решения различных задач, авторы сделали вывод, что «никаких принципиальных различий в формировании онтогенетического опыта у высших и низших обезьян не существует, и нет никаких оснований усматривать пропасть между низшими и высшими обезьянами, уподоблять поведение высших обезьян человеческому поведению». Тенденция к недооценке уровня когнитивных способностей антропоидов в целом была характерна для того периода развития науки.

2.6, Описание «инсайта» в опытах В. Келера.

В начале XX столетия, когда Н. Н. Ладыгина-Котс получила первое

экспериментальное доказательство наличия у человекообразной обезьяны способности к обобщению, немецкий психолог **Вольфганг Келер,** один из основоположников и идеологов гештальтпсихологии, также в эксперименте продемонстрировал, что шимпанзе способны и к другому виду элементарного мышления — *экстренному решению* новых для них задач.



Вольфганг Келер (1887-1967)

В 1913—1920 годах В. Келер работал на станции по изучению антропоидов, находившейся на острове Тенериф Канарского архипелага. Эксперимент строился таким образом, что шимпанзе должны были решать новые, достаточно разнообразные задачи, однако построенные по одному принципу: животное могло достичь цели (например, получить недоступное до этого лакомство) только в случае, если, по словам Келера, *«выявляло объективные отношения между элементами ситуации, существенные для успешного решения».* Иными словами, предлагавшиеся задачи имели *определенную логическую структуру,* которую животное могло расшифровать. В этом состояло их принципиальное отличие от «проблемных ящиков» в опытах Торндайка, когда нельзя было заведомо «понять», как действует замок, открывающий дверцу клетки: замок находился снаружи и был скрыт от глаз животного (см. рис. 3.4А), так что они действовали только методом «проб и ошибок».

В опытах В. Келера все предметы, необходимые для нахождения правильного ответа, находились в пределах «зрительного поля» животного и давали ему возможность решить задачу за счет *улавливания ее структуры* и последующих адекватных действий, а не путем «проб и ошибок».

Теоретический анализ поведения шимпанзе в данной экспериментальной ситуации проводился автором с позиций гештальтпсихологии. В книге «Исследование интеллекта человекоподобных обезьян» (1930) В. Келер писал, что шимпанзе способны к решению некоторых проблемных ситуаций не методом «проб и ошибок», а за счет иного механизма — *«инсайта»,* т.е. «проникновения» или «озарения» (от англ. *«insight»).*

В. Келер определял «инсайт» как решение задачи на основе улавливания логических связей между стимулами или событиями: воспринимая всю ситуацию в целом, со всеми ее внутренними связями, животное может принимать адекватное решение. В. Кепер оценивал такое поведение шимпанзе как *«рассудочное, которое в общих чертах присуще человеку и которое обычно рассматривают как специфически человеческое».*

В. Келер описал также способность шимпанзе к орудийной и конструктивной

деятельности и считал ее убедительным доказательством наличия у них элементов мышления. В настоящее время орудийная Деятельность животных, и в первую очередь приматов, продолжает оставаться одной из популярных экспериментальных моделей для изучения элементарного мышления (см. 4, 5).

Работы В. Келера вызвали волну полемики (Выготский, 1997) и попыток трактовать «инсайт» как результат переноса ранее имевшегося опыта (или «проб, совершаемых в уме» и т.п.). Впоследствии целый ряд ученых, в их числе И. П. Павлов (см. 2.7) и американский психолог Р. Йеркс, пытались воспроизвести опыты В. Келера.

Роберт Йеркс (Yerkes, 1929; 1943) показал, что с задачами «келе-ровского типа» справляются не только шимпанзе, но также орангутан и горилла. Кроме того, антропоиды в его опытах различали цвет, форму и величину предметов (как Иони в опытах Ладыгиной-Котс) и решали разные задачи, требующие использования орудий (см. рис. 4.4). В 1932 году Йеркс организовал при Йельском университете большой питомник для человекообразных обезьян (в 40-е годы там находилось до 100 шимпанзе). В настоящее время он преобразован в Йерксовский региональный приматологический центр в городе Атланта (штат Джорджия). На его базе выполнены многие работы, в том числе обучение шимпанзе языкам-посредникам (см. 2.9.2 и гл. 6).

Работы Р.Йеркса были продолжены его последователями в США, хотя их число было несоизмеримо меньше, чем сторонников бихевиоризма (Nissen, 1931; Kellog, Kellog, 1933; Hayes, Hayes, 1951 и др.). Обобщая результаты этого периода исследований, Р. Йеркс (1943) пришел к выводу, что «...результаты экспериментальных исследований подтверждают рабочую гипотезу, согласно которой научение у шимпанзе связано с иными процессами, нежели подкрепление и торможение... Можно предполагать, что в скором времени эти процессы будут рассматриваться как предшественники символического мышления человека».

Взгляды Р. Йеркса на психику антропоидов радикально отличались от точки зрения тех психологов, которые вслед за Н. Н. Ладыги-ной-Котс подчеркивали наличие более резкой грани между психикой человека и животных.

2.7. Учение о высшей нервной деятельности и проблема мышления животных.

Точка зрения И. П. Павлова. Существует мнение, что И. П. Павлов отрицательно относился к гипотезе о наличии у животных более сложных форм высшей нервной деятельности, чем условный рефлекс. Такое представление имело вполне реальную основу. Так, его первая реакция на работы В. Келера и Р. Йеркса о способности шимпанзе к «инсайту» как проявлению способности к разумному решению была резко отрицательной. Он обвинил этих авторов «...во вредной, я бы сказал, отвратительной, тенденции отступления от истины», и это его высказывание до сих пор продолжает цитироваться в зарубежной литературе. Позднее он писал: «Келеру... нужно было доказать, что обезьяны разумны и приближаются по разумности к человеку, — не то что собаки», тогда как поведение шимпанзе есть не что иное, как «...ряд ассоциаций, которые частью уже получены в прошлом, частью на ваших глазах сейчас образуются и получаются» (Павловские Среды, 1949. Т. 2. С. 429).

Резкие комментарии по поводу трактовки опытов В. Келера не помешали И. П. Павлову отнестись к предмету полемики как к научной задаче. Чтобы опровергнуть

выводы В. Келера и доказать, что в поведении даже высших обезьян нет ничего, выходящего за рамки условнорефлекторных механизмов, Павлов приступил к собственным экспериментам. В 1933 году в лаборатории появились шимпанзе Роза и Рафаэль. П. К. Денисов, а позднее Э. Г. Вацуро и М. П. Штодин, работая с этими животными, сначала повторили опыты В. Келера, а затем провели и собственные оригинальные исследования. Их результаты позволили Павлову в последние годы жизни высказать принципиально новые представления о наличии у животных более высокого уровня интегративной деятельности мозга, чем условный рефлекс.

Разбирая опыты с Рафаэлем, о которых мы будем говорить ниже, на лабораторном семинаре (вошедшем в историю науки под названием **Павловских Сред),** Павлов отмечал способность этой обезьяны оперировать *«массой свойств и отношений между явлениями».* Он считал, что в этих опытах можно наблюдать «...случаи образования знания, улавливания нормальной связи вещей», и называл это *«зачатками конкретного мышления, которым мы орудуем»* (Павлов, 1949, с. 17. Заседание 13.11.1935). Еще раз подчеркнем, что Павлов не отождествлял эти «зачатки конкретного мышления» с условными рефлексами: «А когда обезьяна строит вышку, чтобы достать плод, это условным рефлексом не назовешь...» Анализируя поведение обезьян, Павлов отмечал, что «...когда обезьяна пробует и то, и другое, это и есть мышление в действии, которое вы видите собственными глазами» (с. 430).

Ученики И. П. Павлова не оценили и не поддержали тех радикальных изменений, которым подверглись на основе проведенных опытов взгляды их учителя. Более того, было приложено немало сил, чтобы представить самые сложные формы поведения антропоидов всего лишь цепями и сочетаниями условных рефлексов. Когда Л. В. Крушинский в 70-е годы одним из первых попытался привлечь внимание к этой стороне павловского наследия, то не встретил должного понимания.

Прозорливость Павлова, привлекшего в 30-х годах для анализа поведения собак, обезьян и человека генетический, онтогенетический, приматологический (точнее, сравнительно-физиологический), математический и кинематографический методы, остается до настоящего времени непонятой. Здесь снова можно говорить скорее о неприятии, чем о заблуждении.

После смерти И.П.Павлова работы на антропоидах проводились под общим руководством его преемника — Л. А. Орбели. Однако настоящее развитие мысли И. П. Павлова о «зачатках конкретного мышления» у животных получили лишь во вторую половину XX века в работах ученика Орбели ленинградского физиолога Л. **А. Фирсова,** а также в работах Л. В. Крушинского в МГУ (см. гл. 4 и 8).

Начиная с 60-х годов изучение высших психических функций животных в нашей стране сделалось объектом преимущественно физиологических исследований.

Леонид Александрович Фирсов. Важный вклад в исследования поведения и психики человекообразных обезьян внесли работы Л. А. Фирсова, ученика Л. А. Орбели. Лабораторные исследования Л. А. Фирсова включали сравнительную оценку:

- разных видов памяти;
- способности к подражанию;
- способности к обобщению и формированию довербальных понятий;
- голосового общения;
- некоторых аспектов социальных взаимодействий у антропоидов.

Многоплановые исследования Л. А. Фирсова показали, что шимпанзе обладают

высочайшим уровнем развития поведения и психики. Они действительно способны к одномоментному образованию множества условных реакций разного уровня сложности. Фирсов проанализировал природу таких условнорефлекторных связей и показал, что часть из них — «подлинные» условные рефлексы, другие реализуются на основе синтеза новых и старых ассоциаций, третьи возникают благодаря «переносу» ранее сформированных реакций (за счет «вторичного научения»), четвертые — благодаря подражанию, а пятые — как реализация «каузальной связи», т. е. улавливания закономерностей процессов и явлений.

Л. А. Фирсов пришел к заключению о том, что психика антропоидов характеризуется таким уровнем способности к формированию довербальных понятий, который можно рассматривать как *промежуточный между первой и второй сигнальными системами.*

Всесторонние лабораторные исследования традиционными методами Л. А. Фирсов сочетал с наблюдениями и экспериментами в условиях, приближенных к естественным. С этой целью группу шимпанзе (а затем и макаков-резусов) выпускали на небольшой озерный остров в Псковской области и наблюдали, как воспитанные в неволе обезьяны осваивают природные корма, строят гнезда, избегают опасности, играют, как складываются отношения в сообществе. Одновременно проводились эксперименты для анализа орудийной деятельности (были созданы специальные установки, получить пищу из которых можно было только при помощи орудий — палок, выломанных в ближайшем лесу). Были повторены также опыты на «выбор по образцу» (см. гл. 3 и 5), где в качестве стимулов использовались не геометрические фигуры, как это практикуется в лабораториях, а растения, цветы, веточки, палочки и другие природные объекты. В процессе опытов и наблюдений регулярно проводилась профессиональная киносъемка. Благодаря этому было создано около 10 документальных фильмов (в том числе «Обезьяний остров» и «Думают ли животные?»), которые сохранили для нас реальную картину многих уникальных экспериментов.



Л. А. Фирсов (род. 1920 г.)

Наибольший интерес в связи с проблемой мышления животных представляют работы Л. А. Фирсова, посвященные соотношению образной и условнорефлекторной памяти, сравнительному изучению функции обобщения, а также орудийной деятельности обезьян. В 90-е годы Л. А. Фирсов занимался также «живописью» обезьян. Он автор целого ряда монографий и обзорных статей (1972; 1977; 1982; 1987; 1993).

2.8. Исследование зачатков мышления у животных-неприматов в первой половине XX века. Работы Н. Майера и О. Келера.

Наряду с работами на приматах, уже начиная с 30-х годов, рассматривалась возможность наличия зачатков мышления у менее высокоорганизованных позвоночных.

Одной из первых попыток экспериментального исследования этого вопроса были работы американского исследователя **Николаса Майера.** Он изучал способность лабораторных белых крыс к «поиску обходного пути», к преодолению различных преград, и к обучению в лабиринтах (см. рис. **4.19).**

Ученый пытался выяснить, способны ли эти животные к рассудочной деятельности *(reasoning),* т.е. могут ли они найти новое решение в ситуации, когда знакомы лишь с общей обстановкой, а детали ее оказываются для них новыми.

Крысы в опытах Н. Майера оказались способными «спонтанно интегрировать изолированные элементы прошлого опыта, создавая новую, адекватную ситуации поведенческую реакцию». Как будет показано далее (см. 4.8), эта способность составляет один из признаков, по которым можно судить о наличии *элементарного мышления.*

Отто Келер (1889—1974). Способность к обобщению как проявление элементарного разума исследовал в опытах с птицами немецкий ученый О. Келер, коллега и единомышленник К. Лоренца, одного из создателей этологии (см. 2.11). Вместе с Лоренцем в 1937 году они основали и долгие годы издавали «Журнал психологии животных» («Zeitschrift fur Tierpsychologie», позднее переименованный в «Ethology»), в котором были опубликованы многие, ставшие классическими работы этологов. Применяя сравнительный подход к исследованию поведения животных, Келер еще в середине 50-х годов XX века пришел к выводу, что у человека и животных имеется целый ряд общих элементов поведения, в том числе и *довербальное мышление (thinking without words),* обнаруженное по крайней мере у высших позвоночных. В отличие от общепринятой в 50-е годы точки зрения, О. Келер считал способность к обобщению не следствием наличия языка, а, наоборот, его основой. Она возникла на более ранних стадиях филогенеза, чем человеческая речь.

Главную известность получили опыты О. Келера по обучению птиц «счету», а точнее — оперированию количественными и, в особенности, числовыми параметрами стимулов (см. 5.5 и 6.2).

Научный подход О. Келера характеризовался применением количественного анализа результатов эксперимента, в отличие от большинства своих предшественников, работы которых носили описательный характер и допускали в основном качественный анализ.

Работы О. Келера знаменовали собой начало нового этапа в методологии исследований поведения и в развитии представлений о мышлении животных:

♦ он одним из первых начал регистрировать ход эксперимента на кинопленку, что обеспечивало высокий, ранее никогда недостигавшийся уровень объективности в оценке результатов и возможность их последующего тонкого анализа (К сожалению, архивы О. Келера погибли во время бомбежек Кенигсберга в конце Второй мировой войны);

♦ принципиальной новизной отличалась и разработанная О. Келером процедура формирования обобщения по признаку «число» (см. гл. 5);

♦ на основании своих опытов О. Келер пришел к выводу о высокой способности птиц *к обобщению количественных параметров стимулов,* позволяющей узнавать любые стимулы, состоящие из определенного числа элементов;

♦ благодаря работам О. Келера «счет» у животных сделался такой же моделью для изучения зачатков мышления, как орудийная и конструктивная деятельность (см. гл. 6.2);

♦ он сформулировал представление о наличии *довербального мышления* не только у антропоидов, но и у некоторых позвоночных-неприматов.

Наряду с данными о наличии элементов мышления у человекообразных обезьян к середине XX века сформировалось представление о том, что зачатки этой высшей психологической функции имеются также у других, не столь высокоорганизованных позвоночных.

2.9. Исследования высших когнитивных функций животных во второй половине XX века.

К началу 60-х годов факт существования *зачатков мышления у животных как способности, предшествовавшей в эволюции появлению мышления человека,* считался в общих чертах доказанным.

Следующий логический этап в изучении проблемы требовал:

♦ более широкого сравнительного подхода, как, в частности, в бурно развивавшейся в тот период этологии;

♦ исследования физиологических механизмов рассудочной деятельности и их сопоставления с механизмами обучения;

♦ дальнейшего углубленного исследования мышления антропоидов — для уточнения границы между психикой человека и животных.

Прогресс в первых двух направлениях был достигнут в значительной мере благодаря работам Г. Харлоу (см. гл. 3), а также Л. В. Крушин-ского и его лаборатории, которые сделали элементарное мышление животных предметом физиологического эксперимента, заложили основы анализа нейрофизиологических механизмов и морфологического субстрата процессов мышления.

В этих исследованиях были разработаны универсальные схемы опытов на животных разных таксонов, и их результаты были доступны регистрации и объективной количественной оценке. Такие эксперименты можно было воспроизводить многократно и даже моделировать математически. Они позволяли проводить сравнительный анализ высших когнитивных функций животных, приближаясь к пониманию их физиолого-генетических механизмов.

Принципиально важными были достижения и в третьем направлении. В многочисленных исследованиях американских психологов подтверждалась способность антропоидов к освоению языков-посредников (см. гл. 6), а работы Л. А. Фирсова показали высокую способность к обобщению и использованию символов на базе традиционных подходов.

2.9.1. Концепция Л. В. Крушинского о физиолого-генетических основах рассудочной деятельности.



Л. В. Крушинский (1911-1984)

Леонид Викторович Крушинский был эрудированный биолог с широким кругом научных интересов, включавших проблемы биологии развития, патофизиологии, генетики поведения, этологии, теории эволюции (Лексин, 1995; Полетаева, 1999). Исследования онтогенеза поведения позволили Л. В. Крушинскому сформулировать *оригинальную концепцию соотношения врожденного и приобретенного в формировании целостного поведенческого акта (концепция так называемых «унитарных реакций»).* Наибольшую известность получили его исследования мышления животных. В конце 50-х годов Л. В. Крушинский совместно с сотрудниками своей лаборатории приступил к многоплановому физио-логогенетическому исследованию зачатков мышления у широкого диапазона видов животных из разных отрядов и классов позвоночных. Нигде в мире подобные работы в тот период практически не проводились.

Суммируя основной вклад Л. В. Крушинского в развитие учения об элементарном мышлении, можно выделить следующие положения:

♦ он дал рабочее определение рассудочной деятельности (см. 4.6);

♦ предложил оригинальные методики ее лабораторного изучения, пригодные для тестирования представителей самых различных таксонов (см. гл. 4);

♦ дал сравнительную характеристику развития рассудочной деятельности в ряду позвоночных, показав, что ее наиболее простые формы имеются у представителей рептилий, птиц и млекопитающих;

♦ проанализировал некоторые аспекты ее морфофизиологических механизмов и роль в обеспечении адаптивности поведения (см. гл. 8);

♦ изучал генетическую детерминацию и онтогенез этой формы поведения (см. гл. 9).

Концепция физиолого-генетических основ рассудочной деятельности животных обобщала все многообразие полученных в лаборатории фактов и открывала перспективы дальнейших работ.

Основные результаты и теоретические воззрения Л. В. Крушинского изложены им в книге «Биологические основы рассудочной деятельности» (1977, 1986), посмертно удостоенной Ленинской премии (1988) и в 1991 году переведенной на английский язык. В 1991 и 1993 годах были изданы два тома «Избранных трудов» Л. В. Крушинского, в которые вошли наиболее важные статьи из его научного наследия.

2.9.2. «Говорящие» обезьяны и проблема происхождения второй сигнальной системы.

По мере накопления данных о том, что между психикой человека и человекообразных обезьян обнаруживается много сходного, у исследователей закономерно возникло предположение, что даже владение *речью* — такая, казалось бы, специфически человеческая черта — может иметь какие-то зачатки, «прообраз» у приматов (Выготский, 1996).

Попытки выяснить, действительно ли такая возможность существует, неоднократно предпринимались еще с начала века (см.: Лин-ден, 1981; Фирсов, 1993), но первые результаты таких исследований свидетельствовали, что обезьянам человеческая речь недоступна. В то же время неудачи в попытках обучить их речи не воспринимались исследователями как окончательный «приговор». Р. Йеркс (Yerkes, 1929) первым усомнился в «лингвистической неспособности» антропоидов. Позднее было высказано предположение, что эти неудачи связаны прежде всего *с физической неспособностью произносить слова.* Как оказалось, гортань шимпанзе просто в силу своего анатомического устройства не в состоянии генерировать звуки, необходимые для воспроизведения речи человека. Л. И. Уланова (1950) и А. И. Счастный (1972) предполагали, что для общения с приматами более подходил бы язык жестов, но не смогли проверить эту гипотезу экспериментальным путем.

Впервые такой опыт осуществили американские ученые Беатрис и Аллен Гарднер (Gardner, Gardner, 1969; 1985).

В 1966 году у них в доме появилась 10-месячная самка шимпанзе Уошо, которую они растили, как ребенка. С ней постоянно занимались воспитатели, которые в присутствии обезьяны и между собой общались только с помощью амслена (AMSLAN — American Sign Language) — жестового языка глухонемых. Предполагалось, что обезьяна начнет подражать людям, но ее пришлось обучать жестам специально, особенно в начальный период. В возрасте 3 лет Уошо усвоила уже 130 знаков, к месту употребляла их, объединяла «слова» в небольшие предложения, придумывала собственные, шутила и даже ругалась (подробнее см. гл. 6).

Работа Гарднеров оказала огромное влияние на представления ученых не только о возможностях психики животных, но и о происхождении человеческого мышления. Полученные ими данные были поистине сенсационными. Их эффект можно было сравнить только с впечатлениями ученых от опытов В.Келера.

Вскоре результаты своих исследований стал публиковать другой американский ученый — Дэвид Примэк (Premack, 1972; 1983; 1994). Он работал с шимпанзе Сарой, которую обучал не амслену, а своеобразному искусственному языку. Это был «язык» пластиковых жетонов, каждый из которых обозначал предмет, свойство или понятие. Такие жетоны располагали в той или иной последовательности на магнитной доске, тем самым «поддерживая беседу».

В период подготовки рукописи (лето 2000 года) эта обезьяна продолжала участвовать в экспериментах. По-видимому, она — один из выдающихся долгожителей среди лабораторных приматов (как правило, опыты над ними прекращаются в гораздо более раннем возрасте). Одна из причин — агрессивность и неуправляемость взрослых шимпанзе, особенно самцов.

Следует отметить, что супруги Гарднеры и Примэк были представителями двух во многом расходившихся в теоретическом плане направлений в изучении поведения животных — этологии и бихевиоризма. Биологи-эволюционисты и

этологи, Гарднеры стремились к соблюдению биологической адекватности условий эксперимента и пытались включить элементы языка-посредника в естественную структуру поведения обезьяны. Не случайно, что одну из своих обобщающих работ (Gardner, Gardner, 1985) они посвятили основоположнику этологии Н. Тинбергену, поскольку именно он добивался блестящих результатов, умело сочетая тонкий аналитический эксперимент с наблюдением целостного поведения животного в естественной для него среде обитания.

Д. Примэк первоначально опирался на представления бихевиоризма. Он считал, что любое, в том числе и коммуникативное поведение, можно сформировать за счет «сочетания» стимулов, реакций и подкрепления. Он полагал, что если выделить основные «стимульные» параметры, свойственные языку человека, то далее на основе этой программы можно обучать обезьяну. По мнению Примэка, для выполнения такой работы на первом этапе исследователь должен сначала *мысленно расчленить языковые навыки* на некие *элементарные единицы,* а затем разработать программу тренировки, в процессе которой эти компоненты будут вводиться в поведение животного. При обучении шимпанзе языку «узким местом», по его мнению, является именно составление такой программы.

Различные подходы этих исследователей способствовали прогрессу в познании наиболее сложных форм высшей нервной деятельности приматов. Вскоре после первых работ начались исследования по обучению обезьян «языку-посреднику» в Йерксовском приматологическом центре (г. Атланта, штат Джорджия, США). Американский исследователь Дуэйн Рамбо с сотрудниками (Rumbaugh et al., 1973; 1977; 1991) разработали установку, где обезьяна должна была нажимать клавиши с изображением так называемых лексиграмм — значков, каждый из которых обозначал название предмета, действия или определения.

Это был еще один искусственный язык *(йеркиш),* также специально созданный для исследования «речевых способностей» приматов. Первой обезьяной, общение с которой было таким способом «компьютеризировано», была двухлетняя шимпанзе Лана. Поскольку все «высказывания» Ланы регистрировал компьютер, авторы считали, что это повышает объективность данной методики по сравнению с методами Примэка и Гарднеров. Лана научилась составлять фразы на этом языке, причем поскольку она видела на дисплее появление тех же лексиграмм, то могла стирать те, что считала ошибочными. Если порядок слов во фразе соответствовал английскому синтаксису, машина «принимала» ответ и выдавала животному подкрепление.

Компьютерный вариант йеркиша дал возможность ответить на ряд вопросов, возникших в связи с предыдущими попытками обучения обезьян языку-посреднику, и продолжает интенсивно использоваться и до настоящего времени (см. гл. 6).

Данные, полученные в этих исследованиях, свидетельствуют об отсутствии разрыва в познавательных способностях человека и человекообразных обезьян.

В настоящее время показано, что при соответствующем воспитании у шимпанзе спонтанно проявляется понимание устной речи (Savage-Rumbaugh, 1993; 1995; см. гл. 6), что позволяет наметить новые подходы к изучению интеллекта животных.

Высокий уровень способности человекообразных обезьян к обобщению и использованию символов был продемонстрирован и в работах, выполненных на основе более традиционных подходов, не связанных с обучением языку (Фирсов, 1993; Boysen et al., 1993 и др.). О них будет рассказано в гл. 6.

2.10. Генетика поведения.

Первая экспериментальная работа по изучению генетических основ поведения была проведена Адой Йеркс (A. Yerkes, 1916) — она исследовала наследование комплекса злобности, пугливости и дикости у крыс *{Rattus norvegicus),* а М. П. Садовникова-Кольцова (1925) впервые попыталась селектировать крыс на быстроту бега в экспериментальной камере (лабиринте *Hampton Court).*

Как известно, в экспериментах И. П. Павлова и его сотрудников довольно быстро стало ясно, что у разных собак условные рефлексы вырабатывались с разной быстротой и в дальнейшем обнаруживали разную стойкость. Анализ этих различий привел Павлова к мысли о существовании разных типов высшей нервной деятельности, а также о генетически детерминированных различиях в свойствах поведения. Результатом этого было создание в Колтушах специальной лаборатории «Генетики высшей нервной деятельности». Целью ее работы *был анализ наследования «типов высшей нервной деятельности» собак.*

В течение многих месяцев у собак, предположительно различавшихся между собой, по определенной программе (так называемые «большой» и «малый» стандарты) вырабатывали множество условных реакций и на этой основе определяли *силу, подвижность и уравновешенность* основных нервных процессов *{возбуждения и торможения).* Животных, контрастных по этим свойствам, предполагали скрещивать между собой и по той же схеме анализировать их потомство. Однако этот путь оказался очень громоздким и трудновыполнимым. Такие исследования требовали слишком много времени (и средств на содержание животных). Так, «большой» стандарт определения типа высшей нервной деятельности собаки занимал около двух лет (!), а «малый» — несколько месяцев.

Принципиально новый подход к исследованию генетических основ поведения предложил Л. В. Крушинский, работы которого в этой области по своему содержанию и методологии практически не имеют себе равных и по сей день (Полетаева, 1999). Ему удалось показать, что некоторые генетически детерминированные особенности поведения животных (в частности, трусость — предрасположенность к пассивно-оборонительным реакциям) обнаруживаются в поведении собаки совсем не всегда, а только при достаточно высоком общем уровне ее возбудимости. Изучение наследования особенностей поведения собак было также материалом большой монографии П. Скотта и Дж. Фуллера *«Genetics and Social Behavior of the Dog»* (Scott, Fuller, 1965), которая часто цитируется в литературе.

В 1960 году увидела свет первая обобщающая монография под названием «Генетика поведения» (Fuller, Thompson, I960). Она быстро стала очень популярной среди биологов, поскольку авторы, будучи не генетиками, а экспериментальными психологами, смогли достаточно просто, понятным языком, не злоупотребляя специальными генетическими терминами, показать, как важна роль генотипа в формировании поведения, и привести экспериментальные свидетельства этого.

Значительную роль в формировании генетического подхода к анализу поведения сыграли работы сотрудников так называемой Джексо-новской лаборатории в штате Мэн (Jackson Laboratory, Maine, USA). Это учреждение — всемирно известный центр, основанный в 1929 году генетиком К. Литтлом. В нем поддерживаются инбредные и селектированные линии мышей, число которых в настоящее время очень велико. В этой коллекции имеются десятки линий с мутациями, затрагивающими строение мозга и поведение. Джексоновская лаборатория может предоставить любое число животных, имеющих нужный исследователям генотип. Такая возможность позволила ученым разных стран подробно исследовать множество линий и выявить межлинейные различия поведения и нейрохимических

признаков. Это послужило основой для разработки новых подходов к изучению *генетики количественных признаков* (рекомбинантные инбредные линии, метод картирования локусов количественных признаков, а также для получения и исследования искусственных мутантов мыши (см. гл. 9).

В нашей стране генетические исследования поведения животных проводились в нескольких лабораториях, созданных крупными учеными-биологами. В Институте физиологии им. И. П. Павлова АН СССР М. Е. Лобашев (1907-1971) и В. К. Федоров (1914-1972) в развитие идей Павлова изучали генетическую детерминированность свойств нервной системы и вопросы сравнительной генетики поведения. Эти два научных коллектива—лаборатории сравнительной генетики поведения и генетики высшей нервной деятельности — плодотворно работают и сейчас. В Институте цитологии и генетики СО АН СССР (Новосибирск) под руководством Д. К. Беляева (1917—1985) в 60-е годы была начата селекционная работа по созданию «одомашненной» линии серебристо-черных лисиц. Эта работа увенчалась успехом, и линия лисиц, не имеющих страха перед человеком и обнаруживающих в своем поведении целый ряд черт, сходных с собаками, продолжает быть предметом исследований (Трут, 2000). На биологическом факультете МГУ, в лаборатории, созданной и возглавленной Л. В. Крушинским, была выведена чувствительная к звуку линия крыс (Кру-шинского—Молодкиной, КМ), которая в настоящее время переведена в инбредное состояние. Аудиогенная эпилепсия, которая свойственна этим животным, является общепринятой и ценной лабораторной моделью судорожных состояний человека (Романова, Калмыкова, 1981). Под руководством Л. В. Крушинского были проведены исследования *роли генотипа в формировании способности животных к экстраполяции направления движения стимула* (см. гл. 9). В настоящее время в лаборатории генетическими методами исследуется роль размеров мозга в формировании поведения мышей и, в частности (совместно с Университетом Цюрих-Ирхель, Швейцария), влияние естественного отбора на поведение, физиологические характеристики и нейроанато-мические особенности лабораторных мышей. Нейрогенетические исследования проводятся также в Институте биологии гена РАН, в Медико-генетическом центре РАМН, в Институте нормальной физиологии им. П. К. Анохина РАМН (Москва), ИЦиГ СО РАН (Институт цитологии и генетики, Новосибирск) и др.

Применение генетических методов необходимо в исследованиях физиологических механизмов обучения и когнитивных процессов.

2.11. Этология.

В этой главе необходимо кратко упомянуть еще об одном из направлений в изучении поведения, хотя по своим первоначальным целям и задачам оно не имело прямого отношения к проблеме мышления животных. Речь идет об *этологии,* которая сформировалась как самостоятельное направление в середине 30-х годов XX столетия. Она была ориентирована на *изучение поведения животного в естественной для него среде,* причем преимущественно его инстинктивных, генетически детерминированных компонентов. Этология возникла на основе данных, накопленных зоологией (в основном орнитологией), и руководствовалась принципами эволюционного учения. Ведущая роль в создании и оформлении ее, как самостоятельной науки принадлежит австрийскому ученому К. Лоренцу, а также голландцу Н. Тинбергену.

2.11.1. Основные направления этологических исследований.

Этология развивалась сначала как альтернатива строго лабораторной науке — сравнительной психологии. Благодаря контакту этологии с популяционной биологией и генетикой возник ряд современных направлений науки о поведении, например социобиология. Первоначально, вплоть до 60-х годов XX века, существовала достаточно активная конфронтация этологов и приверженцев сравнительной психологии, однако со временем были предприняты вполне удачные попытки синтеза этих направлений с целью создания общей науки о поведении животных. Одной из наиболее полных и до сих пор не устаревших книг по поведению животных является монография Р. Хайнда (1975), целью которой было именно непротиворечивое изложение огромного количества данных, накопленных учеными разных направлений. Рассмотрим основные направления этологии.

Приспособительное значение поведения — одна из центральных проблем этологии. Например, английские этологи в течение многих лет подробно изучали поведение разных видов морских птиц, в особенности систему их приспособлений к борьбе с хищниками.

Основная цель этих работ — понять, каким образом отдельные реакции способствуют сохранению вида и под влиянием каких факторов среды они сформировались в процессе естественного отбора.

Индивидуальное развитие поведения. Вопрос о роли врожденного и приобретенного в поведении на протяжении десятилетий был дискуссионным. Этологи подошли к решению этой проблемы со строгих генетических позиций.

Подобно любому морфологическому признаку организма, поведенческие признаки развиваются на основе генетической программы с большим или меньшим воздействием внешних факторов.

Применяя метод воспитания детенышей в изоляции от действия определенных факторов внешней среды (например, без контакта с сородичами или без доступа к какому-то виду пищи), они показали, что одни признаки поведения — инстинктивные действия — развиваются у животного независимо от индивидуального опыта или же требуют воздействия среды лишь в определенный чувствительный период развития. Другие же признаки, хотя и имеют явную генетическую программу, могут полностью проявиться только при дополнительном обучении (см. также гл. 9).

Эволюцию поведения этологи изучают путем сопоставления инстинктивных действий у животных разных видов, относящихся к разным, иногда близким, а иногда удаленным друг от друга таксономическим группам.

Сравнительный метод позволяет проследить происхождение таких движений подобно тому, как устанавливается происхождение морфологических признаков в сравнительной анатомии.

Классическим исследованием такого рода можно считать описание церемонии ухаживания у 16 видов уток, выполненное К. Лоренцем.

Общественное поведение животных. Особое направление этоло-гических исследований составляет изучение внутригрупповых отношений.

Многообразные и сложные инстинкты обеспечивают как рассредоточение животных в пространстве, так и поддержание порядка при жизни в сообществе.

Начало этим работам было положено наблюдениями Лоренца за полуручными

птицами у него дома — галками и гусями. Отслеживая поведение птиц с момента вылупления, Лоренц убедился, что многие элементы его появляются сразу или вскоре после рождения, не требуя для своего формирования специального обучения или тренировки. Опыты с воспитанными в неволе утками и гусями позволили ему обнаружить явление *запечатления (импринтинга),* занявшее важное место в более поздних представлениях о формировании поведения. Опыты с колонией полуручных галок и ручными воронами послужили материалом для первой крупной работы К. Лоренца о закономерностях внутривидовых отношений у птиц. Эта работа положила начало той области этологии, которая занимается изучением структуры сообществ у животных.

Задачи этологии. Н. Тинберген (Tinbergen, 1963) четко определил круг основных проблем, которые должна изучать этология и вокруг которых на деле концентрируются интересы практически всех исследователей поведения. Анализ поведенческого акта, по мнению Тин-бергена, можно считать полноценным, если после разностороннего описания его феноменологии исследователь получит возможность ответить на следующие 4 вопроса:

- ♦ какие факторы регулируют проявление данного поведения;
- ♦ каков способ его формирования в онтогенезе;
- ♦ каковы пути его возникновения в филогенезе;
- ♦ в чем состоят его приспособительные функции?

Эти знаменитые *«4 вопроса Тинбергена»* фактически являются лаконичной формулировкой теоретической основы всей современной науки о поведении. Для полноценного ответа на эти вопросы исследование должно базироваться на *количественной оценке данных* с анализом результатов в *сравнительном аспекте* и с обязательным учетом *экологической специфики вида;* необходимо также анализировать *филогенетические корни* и особенности *онтогенеза* данной формы поведения.

Методы этологических исследований. Полное описание поведения (с использованием объективных методов регистрации — магнитофонных записей, кино- и видеосъемки, хронометража) берется за основу составления *этограммы* — перечня характерных для вида поведенческих актов. Этограммы животных разных видов подвергаются сравнительному анализу, который лежит в основе изучения эволюционных и экологических аспектов поведения. Для этой цели этологи используют все многообразие видов животных — от беспозвоночных до человекообразных обезьян. В 70-е годы были начаты этологические исследования поведения человека (работы И. Эйбл-Эйбесфельда; см. также: Гороховская, 2001; Этология человека, 1999).

2.11.2. Основные положения этологии.

В качестве единиц инстинктивного поведения этологи выделяют так называемые ***«фиксированные комплексы действий»*** *(fixed action patterns).* К. Лоренц называл их «наследственными координациями» или «эндогенными движениями».

Это видоспецифические (одинаковые у всех особей данного вида), врожденные (т.е. проявляющиеся в «готовом виде», без предварительной тренировки), шаблонные (т.е. стереотипные по порядку и форме исполнения) двигательные акты.

При изучении формирования поведения этологи опираются на представление о структуре поведенческого акта, предложенное еще в начале 20-х годов

американским исследователем Уоллесом Крэгом.

У животного в определенный период развивается состояние той или иной ***специфической мотивации*** (пищевой, половой и др.). Под ее влиянием формируется так называемое *«.поисковое поведение»* (см. ниже), и в результате животное отыскивает *«ключевой раздражитель»,* реакция на который («завершающий акт») заканчивает данный этап цепи поведенческих действий.

Этологи считают, что поведение животного — это не всегда реакция на внешние раздражители. Во многих случаях, достигнув состояния специфической готовности к какому-то виду деятельности (например, готовности к размножению), оно активно ищет стимулы — ключевые раздражители, при действии которых эта деятельность могла бы осуществиться. Так, в начале сезона размножения самцы территориальных видов птиц выбирают место для гнезда и охраняют занятый участок, ожидая появления самки. У ряда видов, образующих пары лишь на один сезон, самец в начале весны должен разыскивать самку.

Поисковое поведение представляет собой изменчивый комплекс реакций и характеризуется *«спонтанностью»* (проявляется главным образом под влиянием внутренних стимулов) и *пластичностью* выполняемых во время него движений. Поисковая фаза оканчивается, когда животное достигнет ситуации, в которой может осуществиться следующее звено данной цепи реакций.

Например, выбор гнездовой территории птицей иногда ограничивается перелетом в определенное, ранее уже использованное место; в других случаях требуются и длительные поиски, борьба с другими самцами, а при поражении — выбор нового участка. Поисковая фаза, как и завершающий акт, строится на врожденной основе. В ходе онтогенеза эта основа дополняется приобретенными реакциями. Именно поисковое поведение является средством индивидуального приспособления животных к окружающей среде, причем это приспособление бесконечно разнообразно по своим формам.

Основу формирования поискового поведения в онтогенезе составляют такие процессы, как привыкание и обучение во всех его многообразных формах. Именно к *поисковой фазе поведенческого акта относятся и проявления элементарной рассудочной деятельности,* когда для достижения цели животное в новой для него ситуации оперирует ранее сформировавшимися понятиями и уловленными им эмпирическими законами, связывающими предметы и явления внешнего мира (Крушинский, 1986).

В отличие от вариабельного по форме поискового поведения непосредственное осуществление стоящей перед животным цели, удовлетворение руководившего им побуждения происходит в виде *видо-специфических ФКД.* Они лишены приобретенных элементов и могут совершенствоваться в онтогенезе только за счет созревания ответственных за них структур мозга, но не за счет обучения.

Типичные примеры таких ФКД — различные формы угрожающего и полового поведения, специфические позы «выпрашивания пищи», подчинения и др. Именно реакции типа завершающих актов и представляют собой, по Лоренцу, инстинктивные движения в чистом виде, как это было определено выше. Как уже указывалось, такие реакции часто оказываются филогенетически более консервативными, чем многие морфологические признаки. Примером их служит одновременное вытягивание крыла и ноги, а также шеи и крыла, наблюдаемое у птиц всех видов.

Этология рассматривается как одна из основ современной ней-робиологии. Благодаря этологии появились новые эффективные модели для исследования

физиологических процессов, прежде всего памяти.

Современная этология включает более широкий диапазон исследований — от нейроэтологии до этологии человека (Этология человека, 1999). Исследование сложнейших коммуникативных процессов у животных получило название *когнитивной этологии.*

2.11.3. Значение работ этологов для оценки рассудочной деятельности животных.

Оценка рассудочной деятельности первоначально не входила в задачи классической этологии. Тем не менее основоположники этологии решали для себя положительно вопрос о наличии у животных элементарного разума. К. Лоренц, в частности, в своей знаменитой книге «Человек находит друга» (1992) приводит множество примеров проявления интеллекта у собак.

Лоренц определял *интеллект животных как способность к рациональным действиям.* Он писал, что «снижение роли инстинктов, исчезновение жестких рамок, которыми определяется поведение большинства животных, было необходимой предпосылкой для появления особой, чисто человеческой свободы действий».

Следует напомнить и известны с конца 40-х годов работы ближайшего коллеги К. Лоренца — О. Келера о способности птиц к обобщению количественных и числовых признаков (см. 2.8).

Наблюдения этологов внесли существенный вклад в современные представления о проявлениях разума в поведении животных. Благодаря систематическим исследованиям поведения животных разных видов в естественной среде обитания накапливались данные о том, что их разум действительно играет реальную роль в обеспечении адаптивности поведения. Особенно ярко и полно это описано в наблюдениях Дж. Гудолл (см. 2.1.4 и 7.5). Кроме того, знание полного репертуара поведенческих актов данного вида позволяло, в соответствии с «каноном Ллойда-Моргана», отбросить те случаи, которые ошибочно расценивались как «разумные», а на самом деле были отражением некой «готовой» программы, ранее не известной наблюдателю. Особый интерес представляют полученные этологами данные о поведении высших обезьян.

2.11.4. Исследование поведения человекообразных обезьян в естественной среде обитания.

Интерес к поведению высших обезьян в естественной среде обитания биологи проявляли еще в середине XX века. Первая серьезная попытка была предпринята в 1930 году по инициативе американского приматолога Р. Йеркса, который на два с половиной месяца отправил своего сотрудника Генри Ниссена во Французскую Гвинею для организации полевых наблюдений за шимпанзе. Однако систематические исследования, длительностью от нескольких месяцев до нескольких десятилетий, начались только в 60-е годы XX века, когда в них постепенно включились десятки ученых разных стран. Наиболее весомый вклад в изучение поведения популяции *горных горилл* в Танзании внесли английский этолог Дж. Шаллер (1968) и американская исследовательница Д. Фосси (1990). Этим ученым удалось сделать довольно полное описание разных сторон жизни этих

обезьян, проследить многие судьбы от рождения до самой смерти и наряду со всем остальным зафиксировать проявления разума в привычной для них среде обитания. Их наблюдения подтвердили, что многочисленные рассказы об уме обезьян — это вовсе не исключение и не фантазия наблюдателей. Оказалось, что в самых разных сферах своей жизнедеятельности обезьяны прибегают к сложным действиям, включающим *составление плана, и предвидят их результат.*

Гораздо большее внимание было уделено изучению поведения *шимпанзе.* Их наблюдали в нескольких районах Африки десятки ученых. Наиболее крупный вклад в понимание поведения этих обезьян внесла выдающаяся английская исследовательница — этолог Джейн Гудолл (род. 1942 г.).

Джейн Гудолл начала свои исследования в 1960 году, чуть позже Д. Шаллера, совсем молодой 18-летней девушкой. В начале работы у Джейн не было помощников, и с ней поехала в Африку мать, чтобы не оставлять дочь одну. Они разбили палатку на берегу озера, в долина Гомбе-Стрим, и Джейн приступила к наблюдениям за свободно живущими шимпанзе. Потом, когда ее данными заинтересовались во всем мире, у нее возникли тесные контакты с коллегами, приезжавшими из разных стран, а главными помощниками стали местные зоологи — танзанийцы.

В своих взаимоотношениях с шимпанзе Дж. Гудолл прошла три этапа. Долгие недели она бесплодно бродила по лесам, не встречая обезьян или только слушая издали их крики. На этом этапе она старалась лишь преодолеть естественный для диких животных страх, потому что обезьяны просто разбегались при ее появлении. Через некоторое время они перестати убегать при виде девушки и явно заинтересовались ею. Сначала шимпанзе пытались угрожать ей, однако эти реакции со временем угасли, и они стали встречать Гудолл как сородича: при ее появлении не убегали, а издавали особый приветственный крик, в знак дружелюбия раскачивали ветви деревьев, а в некоторых случаях вообще не обращали на нее внимания, реагируя как на «свою». А потом наступил долгожданный момент, когда кто-то из обезьян первый раз коснулся ее руки. Все долгие десятилетия после этого знаменательного дня обезьяны воспринимали присутствие исследовательницы как нечто само собой разумеющееся. Также спокойно они переносили и появление ее коллег. В первые годы работы Гудолл активно поощряла непосредственные контакты шимпанзе с человеком. Однако с течением времени становилось очевидным, что работы в Гомбе-Стрим будут продолжаться и расширяться и в них будут участвовать все новые исследователи. Ввиду этого было решено отказаться от такой практики и не подвергать людей риску нападения этих чрезвычайно сильных и ловких животных. Во избежание возможных осложнений впредь было решено не подходить к шимпанзе ближе, чем на 5 метров, и уклоняться от установления прямых контактов.

С годами методы и направления работы группы Дж. Гудолл менялись. Например, несколько лет обезьян подкармливали бананами в специальном пункте недалеко от лагеря. Это помогло выявить особенности, которые остались бы неизвестными, если бы ученые ограничились только наблюдениями за естественным поведением обезьян (см. гл. 7).

Длительные наблюдения дали Дж. Гудолл возможность хорошо «познакомиться» со всеми членами группы. В ее книге «Шимпанзе в природе: поведение» (1992) прослеживаются «биографии» и судьбы десятков отдельных особей на протяжении десятилетий, иногда от рождения до смерти. Нет, пожалуй, ни одной стороны поведения шимпанзе, которая осталась бы за пределами ее внимания. Благодаря работе Дж. Гудолл мы узнали:

♦ как шимпанзе общаются друг с другом и поддерживают порядок в своих группах;

♦ как воспитывают детенышей;

♦ чем питаются;

♦ как протекают контакты с соседними группами и с животными других видов.

Наряду с детальным описанием всех видоспецифических форм индивидуального, репродуктивного и социального поведения шимпанзе автор внимательно анализирует роль индивидуально-приспособительных факторов. Большое внимание в книге уделено описанию того, как происходит формирование необходимых навыков у детенышей, какова роль подражания в обучении не только молодняка, но и взрослых особей.

Многие наблюдения Гудолл свидетельствуют об уме этих животных, их способности экстренно, «с ходу», придумывать неожиданные решения новых задач. Целая глава ее книги посвящена *«социальному сознанию»* шимпанзе, их *способности предвидеть последствия своих действий,* прибегать к различным маневрам и даже *обману при общении с сородичами* (см. 7.5).

Таким образом, регулярные наблюдения за поведением животных в привычной для них среде обитания привели Дж. Гудолл и ряд других этологов к следующему представлению:

для человекообразных обезьян характерно рассудочное поведение, включающее умение планировать, предвидеть, способность выделять промежуточные цели и искать пути их достижения, вычленять существенные моменты данной проблемы.

Другие доказательства того, что в естественном поведении шимпанзе есть элементы, удовлетворяющие этому критерию, приводит Л. А. Фирсов (1977) на основе наблюдений за ними в неволе и в приближенных к естественным условиях.

Современные представления о высших психических функциях животных основаны на разноплановом комплексе знаний, почерпнутых как из экспериментов, так и из наблюдений этологов за их поведением в природной среде обитания.

2.12. Основные гипотезы об эволюции психики.

Завершая краткий очерк истории исследований рассудочной деятельности животных, необходимо особо упомянуть о том, как формировались представления о возникновении этой формы психики в процессе эволюции.

С появлением *эволюционного учения Дарвина* проблема «эволюции психики» стала одной из центральных в зарождающейся психологии животных.

Дарвин считал, что признаки поведения, как и морфологические признаки, характеризуются наследственной изменчивостью. Они также могут формироваться в эволюции «путем медленного накопления многочисленных слабых, но полезных уклонений», которые «обязаны своим возникновением тем же причинам, какие вызывают изменения в строении тела». Свою мысль Дарвин подробно проиллюстрировал, описав вероятный путь эволюционного происхождения инстинкта размножения у кукушки, строительного инстинкта пчел и «рабовладельческого» инстинкта муравьев, а также выразительных движений у человека. Чарлз Дарвин одним из первых высказал гипотезу о наличии у животных элементов мышления. Этот вопрос имел для него принципиальное значение, поскольку был связан с вопросом о происхождении человека. Выдвигая в

«Происхождении видов» тезис о наличии у животных зачатков разума, он называл это свойство *«способностью к рассуждению» (reasoning)* и полагал, что оно так же присуще животным, как инстинкты и способность к формированию ассоциаций (т.е. к обучению). В книге «Происхождение человека и половой отбор» (1896) Дарвин обращал внимание на то, что «из всех человеческих способностей разум, конечно, ставится на первое место. Но весьма немногие отрицают в настоящее время, что и животные обладают некоторой степенью рассуждающей способности *(reasoning. — Прим. авт.)»,* а не только инстинктами и способностью к образованию ассоциаций. Он подчеркивал, что *«разница между психикой человека и высших животных, как бы она ни была велика, это, конечно, разница в степени, а не в качестве».*

Однако в научном мире с момента своего появления эта гипотеза вызывала серьезные возражения и до сих пор не получила окончательного признания ни у физиологов и психологов, ни, в особенности, у философов. Одна из причин этого — опасение быть обвиненными в антропоморфизме, другая — догматическая убежденность многих в уникальности высших психических функций человека. Между тем эти возражения не обоснованны, так как

уникальность уровня развития психических способностей человека *никогда не оспаривается в исследованиях разума животных.*

Алексей Николаевич Северцов (1866-1936), выдающийся русский биолог, был одним из многих эволюционистов, которые поддерживали и развивали взгляды Дарвина. В его книге «Эволюция и психика» (1922) проанализированы возможные пути эволюционных изменений поведения. По его мнению, существует два основных способа приспособления живых организмов (и животных, и растительных) к изменениям окружающих условий:

♦ наследственные изменения — значительные приспособительные изменения строения и функций; развиваются медленно и отражают приспособления к медленно протекающим и весьма постепенным преобразованиям среды;

♦ ненаследственные функциональные изменения строения, по средством которых организм может приспособиться к незна чительным, но быстро возникающим изменениям внешних условий.

У животных есть еще один способ приспособления к изменениям окружающих условий — изменение поведения.

Северцов дает схематическую классификацию возможных путей изменения приспособленности животных к меняющейся окружающей среде:

♦ наследственные приспособления к очень медленным изменениям среды:

— наследственные изменения строения;

— наследственные изменения поведения без изменения строения (рефлексы и инстинкты);

♦ ненаследственные приспособления к сравнительно быстрым изменениям среды:

— структурно-функциональные изменения;

— изменения поведения животных «разумного типа».

Северцов выделял три основных типа психической деятельности — рефлексы, инстинкты и деятельность «разумного типа».

Наследственные изменения поведения (рефлексов и инстинктов) протекают в ходе эволюционного процесса так же медленно, как и наследственные изменения строения тела. В то же время, как отмечает Северцов, у высших позвоночных

животных широко распространены действия, которые он обозначает условным термином *«разумные»*. В наиболее простой, «низшей» форме — это простые условные рефлексы. У более высокоорганизованных животных эта категория поведения «сильно усложняется, приближаясь к действиям, которые *у человека обозначаются как произвольные и разумные»*. В отличие от инстинктов и рефлексов эти действия не наследуются. Северцов подчеркивает, что в этом случае наследственными признаками являются не сами действия, как таковые, «а только некоторая *высота психической организации* (способности к установке новых ассоциаций)».

Способность к «разумным» действиям присуща млекопитающим и птицам в значительно большей степени, чем животным других таксономических групп. С биологической точки зрения, пишет Северцов, — этот фактор («разумное поведение») чрезвычайно важен, поскольку он очень *сильно повышает пластичность животных по отношению к быстрым изменениям среды.*

При эволюции этого способа приспособления у животных не происходит видоизменения тех или иных определенных реакций организма, а *увеличиваются потенциальные способности к осуществлению быстрых адаптивных действий.* Северцов называет такие способности *«потенциальной психикой».* Разумеется, процесс эволюционных изменений поведения идет, как и в случае других признаков, очень медленно. Отметим, однако, что под «разумным поведением» при этом имеется в виду все-таки не рассудочная деятельность, в ее современном понимании, а некий конгломерат способностей к ассоциативному обучению и когнитивных способностей в более широком смысле.

Из постулата об эволюции способностей к «разумным» действиям логически следует и гипотеза автора о том, что животные с высоким уровнем организации психики, существующие в своей «повседневной жизни» в стабильных, стандартных условиях, не реализуют всех «психических возможностей», на которые они потенциально способны. Косвенным подтверждением этого А. Н. Северцов считает поразительные результаты дрессировки самых разных животных. Подтверждением этой мысли могут служить также способности животных к решению сложнейших когнитивных тестов, обнаруженные в исследованиях второй половины XX века.

В целом взгляды А. Н. Северцова на эволюцию психики опередили время и, в отличие от концепций многих его современников, не потеряли свою актуальность и сегодня.

Проблему эволюции психики рассматривал также **Леон Абгаро-вич Орбели** (1882-1958), один из наиболее выдающихся учеников И. П. Павлова. Его теоретические построения были основаны на большом экспериментальном материале по условнорефлекторной деятельности и по функции ЦНС в целом у большого числа видов животных разного филогенетического уровня. Л. А. Орбели внес существенный вклад в развитие медицины и нейрофизиологии, эволюционной физиологии и биохимии, а также в формирование современных представлений о закономерностях развития поведения.

Согласно представлениям Л. А. Орбели, в ходе прогрессивной эволюции происходило увеличение *пластичности поведения.* В процессе эволюции мозга главенствующее значение принадлежало так называемому *иерархическому принципу организации функций,* включая иерархическую структуру поведенческого акта.

Важную роль в формировании современных взглядов на происхождение высших психических функций человека сыграла гипотеза Л. А. Орбели (1949) о существовании *промежуточных этапов развития сигнальных систем в процессе эволюции,* т.е. о наличии переходного уровня отражения психикой реальной

действительности.

Промежуточные формы сигнальных систем, по его мнению, обеспечили возможность использования символов вместо реальных объектов и реальных явлений на переходном уровне отражения психикой реальной действительности.

Умение связывать незнакомый знак с *обобщенным представлением* о классе реальных явлений или предметов означает, что в коре головного мозга животного складывается механизм образования *понятий.* Это могут быть не более чем «предпонятия» или «протопонятия», но тем не менее они не просто аналоги конкретных представлений (работающие в рамках первой сигнальной системы), а уже целые *«смысловые схемы»* и *«обобщенные образы».* Естественно, что в основе структуры второй сигнальной системы лежит не словесная речь сама по себе, а возможность символизации вообще, отвлечения от реальной действительности с помощью знаков.

Предположения Л. А. Орбели получили блестящее подтверждение в современных исследованиях способности к обобщению и использованию символов у высших позвоночных (см. гл. 6).

Выдающийся психолог, глава самой известной советской психологической школы, **Алексей Николаевич Леонтьев** (1903—1979) считал, что существуют три стадии эволюции психики животных.

Высшая стадия развития психики— интеллект. По А. Н. Леонтьеву, эта стадия обнаруживается и у животных, однако наивысшего развития она достигает у человека.

Интеллект человека— это общая познавательная (когнитивная) способность, определяющая *готовность* к усвоению *и использованию знаний и опыта, а также к разумному поведению в проблемных ситуациях* (см. 1.4).

По представлениям А. Н. Леонтьева, появление у более развитых животных *интеллекта* характеризуется тем, что *«возникает отражение не только отдельных вещей, но и их отношений (ситуаций); отношения между предметами теперь обобщаются и начинают отражаться в форме наглядных предметных ситуаций».* «Стадии интеллекта» достигает психика только высших животных, главным образом приматов.

РЕЗЮМЕ.

«Историческая» глава пособия показывает, что взгляды ученых на мышление животных претерпели значительные изменения. На протяжении XX века произошел переход от полного отрицания элементов разума у животных к признанию того факта, что они есть у довольно широкого круга позвоночных, а у приматов-антропоидов достигают уровня формирования довербальных понятий и овладения символами.

1. Как изменялось содержание понятия «разум» животных на разных этапах развития науки?

2. Какие ученые впервые экспериментально показали наличие элементов мышления у животных?

3. Какие направления науки о поведении непосредственно связаны с изучением элементарного мышления животных?

4. Каков вклад Н. Н. Ладыгиной-Котс, Л. А. Фирсова и Л. В. Крушинского в формирование представлений о мышлении (рассудочной деятельности) животных?

Глава 3. ИНДИВИДУАЛЬНО-ПРИСПОСОБИТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЖИВОТНЫХ: Ассоциативное обучение, когнитивные процессы.

Общая характеристика тех проявлений индивидуальной приспособительной деятельности, в основе которых лежит обучение. Краткое описание классических и инструментальных условных рефлексов. Примеры методов исследования процессов обучения, в частности анализируется формирование пространственных представлений. Ассоциативные процессы, отражающие механизм образования условных рефлексов, сопоставляются с основными видами когнитивной деятельности. Описание методов обучения (дифференцировки и их системы, выбор по образцу), по которым можно судить о способности животных к обобщению и умозаключению.

Индивидуально-приспособительная деятельность животного, т.е. адаптация особи к конкретным условиям среды, позволяет ему с большим или меньшим успехом выживать, преодолевая трудности и опасности повседневного существования. Эта деятельность многообразна по составу и включает приобретенные компоненты разной природы. Рассмотрим виды индивидуально-приспособительного поведения, в основе которых лежат процессы обучения.

3.1. Обучение и пластичность.

Из существующих в настоящее время определений феномена «обучение» предпочтение отдается определению У. Торпа (Thorpe, 1963).

Обучение — это появление адаптивных изменений индивидуального поведения в результате приобретения опыта.

На обучении основаны события естественной жизни животных, например формирование навыков отыскания определенной пищи, избегания опасных участков местности, выбора удобных троп, взаимодействия с сородичами и животными других видов и т.п. В лабораторных опытах можно наблюдать, как животное обучается действиям, заданным экспериментатором. Примерами могут быть «слюнные» условные рефлексы собаки, т.е. выделение слюны уже в момент попадания животного в комнату, где в процессе опытов оно получало подкормку; отыскание крысой выхода из лабиринта; избегание болевого раздражения; клевание птицей кнопки при действии определенных стимулов и т.п.

Способность к обучению базируется на присущем центральной нервной системе свойстве пластичности.

Пластичность — это свойство системы изменять свою реакцию на внешние воздействия как результат тех или иных внутренних преобразований на основе предшествующих воздействий.

Она проявляется в способности системы изменять реакции на повторяющийся многократно раздражитель, а также в случаях его совместного действия с другими факторами. Пластичность может иметь разную направленность: чувствительность к раздражителю может повышаться — это явление называется ***сенсишизацией,*** или снижаться, тогда говорят о ***привыкании.***

По определению нейрофизиологов, анализирующих пластические изменения в мозге (Конорски, 1970; Котляр, 1986),

пластичность — это относительно устойчивые функциональные изменения в системах нейронов, которые по длительности превышают время обычных синаптических процессов и определяют эффективность и направленность межнейронных связей.

Это достаточно формальное определение показывает, что изменения ответа системы при повторном действии стимула можно описать на языке математики.

3.2. Классификация форм индивидуально-приспособительной деятельности.

Формы обучения животных весьма разнообразны и обычно их подразделяют на три основные категории: ***неассоциативное обучение, ассоциативное обучение*** и ***когнитивные процессы.*** О. Меннинг (1982) и Д. Дьюсбери включали в свои классификации также и «инсайт-обуче-ние» (см. 3.4.5). Приводим систематизированный перечень этих феноменов (по данным разных авторов).

Классификация включает некоторые сведения об элементах рассудочной деятельности, которым посвящена основная часть пособия. Ряд авторов выделяют в своих книгах раздел *«Complex cognition»,* который соответствует разделу «Когнитивные процессы» настоящей главы, а также содержанию ряда следующих глав, где рассматривается формирование у животных понятий, усвоение языков-посредников и т.д.

Для изучения механизмов обучения нередко используют различные модели, в том числе так называемые *клеточные аналоги обучения* или процесс *посттетанической потенциации* (см. гл. 9 и, например: Шеперд, 1987).

Классификация форм обучения и когнитивных процессов [составлена нами на основе классификаций О. Меннинга (Manning, Dawkins, 1992), — Д. Дьюсбери (1981), Р. Томаса (Thomas, 1996), Дж. Пирса (Реагсе, 1998) и др.].

> Неассоциативное обучение:

— привыкание.

> Ассоциативное обучение:

— классические условные рефлексы;

— инструментальные условные рефлексы.

> Когнитивные процессы:

— латентное обучение;

— выбор по образцу;

— обучение, основанное на представлениях о:

* пространстве;

* порядке стимулов;

* времени (Обширный экспериментальный материал по восприятию и оценке животными параметров времени в книге не затронут, поскольку эти вопросы практически не имеют прямой связи с проблемой мышления животных);

* числе.

— элементарное мышление (Классификация видов мышления животных

рассматривается в главе 4)..

Далее рассматриваются основные формы обучения, приведенные **в** схеме классификации.

3.2.1. Неассоциативное обучение (привыкание).

Неассоциативное обучение (привыкание) заключается в ослаблении реакции при повторных предъявлениях раздражителя.

Изначально любой раздражитель (стимул), действующий на органы чувств животного, вызывает у него соответствующую ответную реакцию: поворот головы в сторону света или звука, отдергивание конечности и др., у моллюсков — втягивание жабр и т.д. При повторном систематическом предъявлении того же стимула реакция постепенно ослабевает и может исчезнуть совсем, т.е. происходит *привыкание* к раздражителю. Так, например, только что установленное **в** огороде чучело распугивает птиц, однако с течением времени их страх ослабевает и они перестают реагировать на этот предмет.

Привыкание — наиболее примитивная форма обучения, отчетливо выраженная даже у низших организмов — беспозвоночных животных. Его успешно исследуют на имеющих простую нервную систему ки-шечно-полостных, червях, моллюсках, насекомых. Для изучения **при**выкания используются также модельные системы — так называемые *клеточные аналоги привыкания* или *срезы мозга.*

Более строго привыкание определяют как снижение вероятности появления реакции или уменьшение интенсивности при неоднократном повторении вызывающего ее раздражителя. Ослабление ответной реакции можно считать истинным привыканием только в том случае, когда оно обусловлено изменениями в ЦНС, а не адаптацией рецепторов или утомлением.

Применение какого-либо нового стимула прекращает процесс привыкания к прежнему раздражителю, и угасшая было реакция на исходный раздражитель полностью восстанавливается. Для привыкания характерно **и** так называемое *спонтанное восстановление,* если действие стимула временно прекращается. Более подробные сведения **о** свойствах процесса привыкания можно найти в учебниках Кэнделла (1987), Шеперда (1987) и Эккерта и др. (1991).

3.2.2. Ассоциативное обучение.

При ассоциативном обучении в ЦНС формируется ***временная связь*** между двумя стимулами, один из которых изначально был для животного безразличен, а другой выполнял роль вознаграждения или наказания.

Формирование этой связи обнаруживается в виде изменений в поведении животного, которые в зависимости от своей «структуры» называются либо ***классическими,*** либо ***инструментальными условными рефлексами.***

3.2.2.1. Основные характеристики условнорефлекторной деятельности

В 1902 году, анализируя нервную регуляцию процесса пищеварения у собак, И.П.Павлов обнаружил так называемое «психическое слюноотделение». Феномен заключался в выделении у животного слюны, которая стекала в пробирку через фистулу на щеке еше до попадания пищи в рот, т.е. заранее, «в опережающем

режиме», как только собаку приводили в экспериментальную комнату и помещали в специальный станок (рис.3.1).

Таким же образом повторное сочетание любого нейтрального для животного раздражения (например, звонка) с кормлением вызывает выделение слюны еще до того, как собака получит пищу.

И. П. Павлов назвал звонок ***условным сигналом*** (УС), пищу — ***безусловным раздражителем*** (или стимулом), реакцию животного (слюноотделение) в ответ на предъявление пищи — ***безусловным рефлексом*** (БР), а в ответ на звонок — ***условным рефлексом*** (УР).

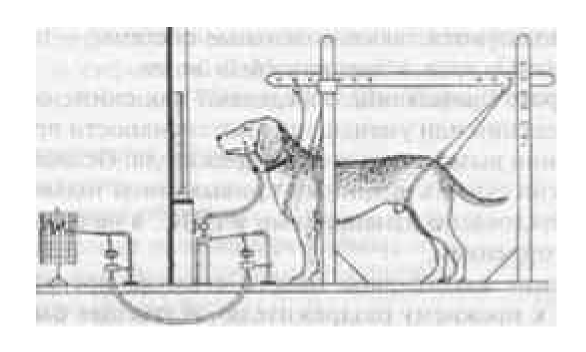


Рис. 3.1. Схема установки по выработке слюнных условных рефлексов в экспериментах И. П. Павлова.

Через фистулу в щеке слюна поступает в устройство, измеряющее ее объем. Перед животным имеется панель, где расположены источники нейтральных раздражителей (света и звука), которые могут стать УС.

Принцип образования условного рефлекса состоит в следующем: действие какого-либо нейтрального (или индифферентного) для животного раздражителя совместно со стимулом, вызывающим у него определенную реакцию (например, отдергивание конечности при болевой стимуляции), приводит к тому, что постепенно этот ранее нейтральный стимул начинает вызывать такую же реакцию.

Предъявление безусловного стимула вслед за условным в процессе выработки УР называется его *подкреплением.* Если при выработке УР применяется подкрепление, соответствующее имеющейся у животного мотивации (например, пищевое подкрепление в состоянии голода), то оно называется положительным и вырабатываемый УР также называется *положительным.* Можно выработать УР и с применением *отрицательного подкрепления* (наказания), т.е. такого воздействия, которого животное стремится избежать. В эксперименте в качестве отрицательного подкрепления чаще всего применяют удар электрического тока, вызывающий отдергивание конечности или перебегание в безопасное отделение камеры. Используют также действие воздушной струи, направленной на роговицу глаза и вызывающей мигание. Динамика реакций мигательной перепоныки кролика при выработке такого УР показана на рис. 3.2А.

Подкрепление, которое используется для выработки УР, оказывается эффективным, если оно применяется в период достаточно сильного *мотивационного возбуждения.* Так, удар воздушной струи, направленной на роговицу глаза, может

стать отрицательным подкреплением, только если он действительно неприятен животному.

Слюнной и мигательный УР относятся к категории *классических* («павловских») условных рефлексов (см. также 3.2.2.2).

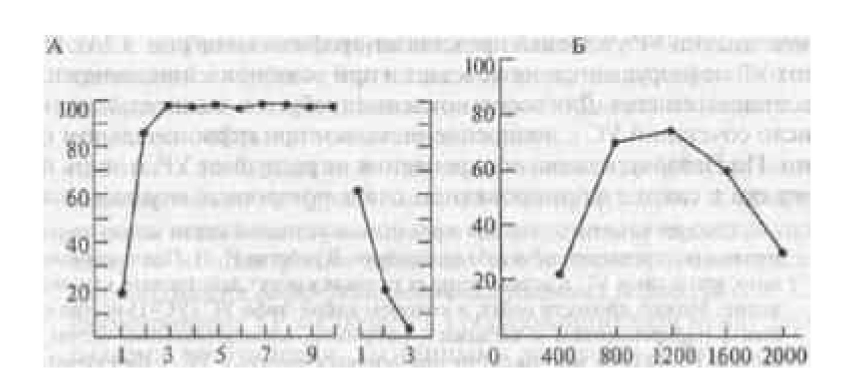


Рис. 3.2. Изменения условной реакции мигания у кролика.

Безусловный стимул — струя воздуха, направленная на роговицу; условный — звук; А — его угашение; Б — генерализация ответа при использовании в качестве УС тонов разных частот. По оси ординат — доля УР (в %), по оси абсцисс — число предъявлений (А) и частота тона (Б).

На основе изучения слюнных УР у собак И. П. Павлов сформулировал основные общие правила образования УР:

♦ условный сигнал должен предшествовать безусловному раздражению, но не наоборот;

♦ действие условного и безусловного раздражителей должно частично перекрываться во времени;

♦ сочетание условного и безусловного раздражителей должно повторяться многократно.

Эти правила приложимы не только к классическим, но и к инструментальным (см. ниже) УР. И формирование, и проявления уже выработанных слюнных УР у собак в значительной степени чувствительны к влиянию посторонних раздражителей. В лаборатории И. П. Павлова было обнаружено, что любой посторонний и достаточно сильный стимул, подействовавший в течение эксперимента, уменьшает условнорефлекторное слюноотделение у собаки, как бы «отвлекает» **ее.** Павлов объяснял это явление на основе своего понимания механизма формирования УР: вмешательство постороннего стимула вызывает в коре головного мозга собаки сильный очаг возбуждения, который в силу природы условнорефлекторньгх связей подавляет уже сформированный УР, «индуцируя» торможение участка коры, ответственного за этот УР. Такое торможение И. П. Павлов назвал ***внешним.***

Помимо внешнего торможения в лаборатории Павлова было описано и ***внутреннее торможение.*** Одно из проявлений этого процесса можно наблюдать в опытах, когда предъявление УС перестает сопровождаться подкреплением. Отмена подкрепления ведет к постепенному исчезновению внешних проявлений **УР,** к его ***угашению*** (ход угашения мигательного УР у кролика представлен графически на рис. 3.2А). Однако этот УР не разрушается, не исчезает и при возобновлении

подкрепления восстанавливается. Для восстановления требуется значительно меньшее число сочетаний УС с подкреплением, чем при первоначальном обучении. По Павлову, отмена подкрепления не разрушает УР, а лишь подавляет его в связи с формированием очага *внутреннего торможения.*

Следует отметить, что для проявления условной связи между двумя стимулами подкрепление *не всегда необходимо.* В работах И. П. Павлова было показано, что и сами УС в определенных условиях могут действовать как подкрепление. Можно провести опыт, в котором какой-либо УС (УС-1) всегда сочетается с подкреплением и вызывает, например, слюноотделение. Затем некий второй УС (УС-2) многократно применяется вместе с УС-1 (без сочетания с безусловным раздражением). Если после этого применить только УС-2, можно убедиться, что он также вызывает условную реакцию. Это явление было названо *условным рефлексом второго порядка.*

Несколько отличается от описанного другой опыт, который также показывает, что для формирования УР подача подкрепления не всегда обязательна. Если два УС предъявлять животному совместно (УС-1 + УС-2) много раз еще до применения безусловного стимула, а затем предлагать только сочетание УС-1 и безусловного раздражения, то затем условная реакция проявится при даче одного лишь УС-2. Таким образом, хотя УС-2 никогда сам по себе не подкреплялся, между УС-1 и УС-2 сформировалась связь, которая позволила проявиться условной реакции при действии только УС-2. Процесс формирования связи между индифферентными раздражителями иногда называют *сенсорным предобуславливанием {sensory preconditioning,* Мак-Фарленд, 1987). Вряд ли это можно считать правильным, потому что обнаружить наличие подобной связи можно лишь с помощью соответствующего тестирования — путем выявления реакции на второй индифферентный стимул.

На основе огромного опыта изучения условных рефлексов у собак И. П. Павлов и его ученики создали учение *о высшей* ***нервной деятельности.***

Оно базировалось на ряде постулатов, которые довольно хорошо соответствовали накопленным к тому времени экспериментальным данным. Концепция Павлова содержала следующие положения:

♦ высшая нервная деятельность (т.е. образование условных рефлексов) есть результат взаимодействия двух основных нервных процессов — ***возбуждения и торможения;***

♦ при действии УС в коре головного мозга формируется ***очаг возбуждения;***

♦ из этого очага возбуждение иррадиирует (распространяется) по коре; внешнее проявление ***иррадиации*** возбуждения — процесс ***генерализации,*** т.е. появление УР не только на данный стимул, но и на близкие к нему по параметрам раздражители (например, не только на звуковой тон определенной высоты, который использовался при обучении, но и на другие звуки близких диапазонов) (см. рис. 3.2Б);

♦ свойством генерализации обладает и тормозный процесс;

♦ очаги возбуждения и торможения обладают свойством ***отрицательной индукции,*** благодаря которому на периферии очага возбуждения в коре появляется очаг торможения (таким же свойством обладают очаги торможения);

♦ процессы возбуждения и торможения взаимодействуют на основе не только их иррадиации, но и концентрации; если иррадиации нервных процессов соответствует явление генерализации, то концентрация процесса возбуждения проявляется в формировании ***дифференцировочных условных рефлексов*** (см. 3.3);

♦ формирование УР заключается в образовании связи между двумя очагами возбуждения, вызванными условным и безусловным раздражителями.

Фундаментальное значение открытия И. П. Павловым условных рефлексов заключается в том, что такой вид психической активности, как ассоциативное обучение, стал предметом экспериментальных физиологических исследований (ранее психологи изучали его только на основе интроспективных заключений).

Павловская концепция физиологии высшей нервной деятельности логично описывала полученные в тот период и теми методами экспериментальные данные. Она сыграла большую роль в науке, объясняя механизм формирования целого ряда сложных поведенческих реакций. Однако постепенно, с расширением методической базы, а также с переходом к экспериментам на других животных, стала очевидной ее ограниченная применимость для объяснения многих фактов, прежде всего потому, что упомянутые закономерности нервных процессов далеко не всегда подтверждались прямыми нейрофизиологическими исследованиями функций головного мозга. Так, например, представления об иррадиации и концентрации нервных процессов не подтвердились при использовании в качестве моделей других УР. В настоящее время отдельные ученые продолжают использовать положения павловской концепции при трактовке результатов изучения высшей нервной деятельности, получаемых традиционными методами павловской школы. В этом нет ничего парадоксального, так как в любой теории, прошедшей проверку временем, основная идея сохраняется.

Сущность павловского учения составляет идея об условных рефлексах как элементарной единице приспособительной деятельности. Методологический подход к изучению высшей нервной деятельности базируется на четырех принципах: *детерминизм, анализ и синтез, приуроченность функции к структуре.*

Ассоциативное обучение, включающее классические и инструментальные условные рефлексы, интенсивно исследовалось на протяжении всего XX века. Рассмотрим более подробно основные типы условных рефлексов.

3.2.2.2. Классические условные рефлексы

Условнорефлекторное слюноотделение, которому уделялось основное внимание в лаборатории Павлова, относится к классическим УР.

При выработке классического УР последовательность событий в опыте никак не зависит от поведения животного. Она устанавливается либо экспериментатором, либо специальной программой, в соответствии с которой включаются те или иные стимулы, в ответ на них можно наблюдать образование условных реакций.

В настоящее время в связи с использованием разнообразных экспериментальных животных (не только традиционных собак), а также благодаря разнообразным методам регистрации изучаемых реакций на смену павловской методике классических слюнных УР пришли другие, более удобные *лабораторные модели,* которые продолжают быть предметом многочисленных исследований (см. также Мак-Фарленд, 1987; Реагсе, 1998).

Разнообразные классические условнорефлекторные реакции можно наблюдать в экспериментах на животных, если проводить *полиграфическую регистрацию* ряда физиологических процессов организма (ЭКГ, ЭЭГ, плетизмог-рамму и др.). Как и в случае слюнного рефлекса, сочетание положительного (например, пищевого) безусловного раздражения с нейтральным приведет к тому, что последний начнет вызывать изменения в вегетативных функциях организма, которые до этого провоцировались только непосредственно самим безусловным воздействием.

Полиграфическая регистрация обычно используется при изучении отрицательных (аверсивных) классических УР. Много работ такого рода проводится также для оценки реактивности нервной системы к действию стрессорных агентов и ее устойчивости к стрессу.

В настоящее время классические УР наиболее часто исследуют на моделях, использующих *вкусовое отвращение и реакцию третьего века (мигательной перепонки).*

Было, например, обнаружено, что классические УР образуются с разной скоростью в зависимости от того, какие физиологические системы вовлечены в их формирование. Так, УР избегания пищевого яда у крыс (как правило, используют хлорид лития) формируется легко, если введение его в организм сочетается с предложением животному пищи определенного вкуса. Однако УР избегания яда формируется с трудом или не образуется совсем, если его введение сочетается, например, со звуковым раздражением. На схеме (рис. 3.3) показано, как авторы (Garcia et al., 1970) представляют себе гипотетический механизм формирования такого УР вкусового отвращения. Вкусовой стимул, сочетающийся с пищевым отравлением, ведет к образованию УР вкусового отвращения. При сочетании звука с ударом тока образуется УР на боль. В то же время иное сочетание, например вкусового и болевого стимулов, не ведет к образованию УР.

Классический УР — сокращение мигательной перепонки при действии тактильного или звукового УС — обычно изучают на кроликах. При действии на роговицу глаза безусловного раздражителя — воздушной струи (или слабого удара тока) — мигательная перепонка сокращается. Это сокращение можно регистрировать специальным прибором и оценивать его интенсивность. Если безусловное раздражение сочетать с каким-либо нейтральным стимулом, например звуком, то после нескольких сочетаний мигательная перепонка будет сокращаться уже при изолированном действии этого звука, который становится условным сигналом (см. рис. 3.2).

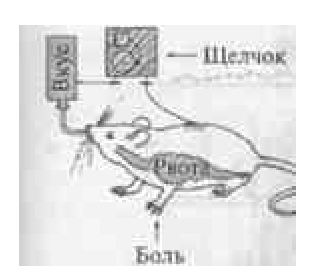


Рис. 3.3. Схема, показывающая избирательность ассоциаций между УС и подкреплением при формировании классических УР.

Стимулы	Последствия	
	рвота	боль
Сладкий вкус	формирование УР вкусового отвращения	УР не формируется
Щелчок	УР не формируется	Формирование оборонительного УР

3.2.2.3. Инструментальные условные рефлексы (или обучение методом проб и ошибок)

Начало исследований инструментальных УР связано с именем Э. Торндайка (см. 2.4.1), хотя их анализ проводился и в лаборатории И. П. Павлова.

В лаборатории И. П. Павлова «классические» УР носили название условных рефлексов 1-го рода, а инструментальные — условных рефлексов 2-го рода. В монографии Ю. Конорски (1969) на большом экспериментальном материале дается анализ сходства и различия между ними.

В опытах с «проблемными ящиками» Торндайк наблюдал, как посаженная в ящик кошка ищет выход, пытаясь открыть дверцу разными способами (рис. 3.4А) (для этого нужно было нажать на задвижку или потянуть за пружину). Кошка сначала совершает много разных действий *(проб),* которые в своем большинстве бывают неверными *(ошибки),* пока случайно не откроет яшик. При повторении опытов она выходит из ящика все быстрее и быстрее. Идея эксперимента была подсказана Торндайку К. Ллойдом-Морганом, наблюдавшим, как его собака манипулирует с задвижкой калитки, чтобы «улизнуть» из дома (рис. 3.5). Такое обучение Торндайк и назвал ***«методом проб и ошибок».*** **В** дальнейшем обучение животного подобным действиям получило название ***инструментальных*** (или оперантных) УР.

Торндайк первым предложил количественную оценку динамики обучения животного инструментальному навыку. Для этого он ввел так называемые «кривые научения», примеры которых приведены на рис. 3.4Б.

Между классическими и инструментальными УР существуют определенные различия.

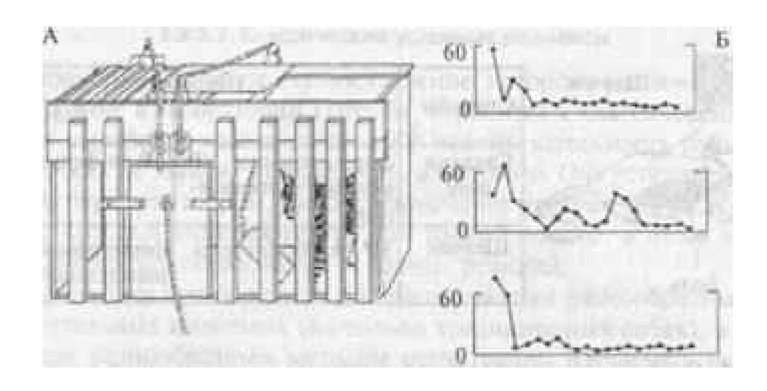


Рис. 3.4. Инструментальные УР.

А — один из вариантов «проблемного ящика», предложенный Э. Торндайком для исследования способности животного к решению.задачи методом «проб и ошибок»; Б — примеры кривых научения при использовании этого метода. По оси ординат — время, затраченное на решение задачи, по оси абсцисс — последовательные предъявления теста.

При классических УР временная связь между условным сигналом и безусловной

реакцией возникает непроизвольно при действии безусловного раздражителя (подкрепления).

При инструментальных УР подкрепление, например пища, дается только после того, как животное *совершает определенное действие,* которое не имеет прямой связи с безусловным раздражителем.

В классическом УР выделение слюны происходит в ответ на контакт пищи с рецепторами полости рта, и эта реакция может стать условнорефлекторной. В отличие от этого при выработке инструментального УР пищевое подкрепление изначально никак не связано ни с протягиванием лапы, ни с побежкой в лабиринте. Однако мы можем давать животному пищу сразу после того, как оно сделало такое движение, и вскоре животное будет его совершать, чтобы получить подкрепление.

К категории инструментальных УР относится формирование навыка *нажатия на рычаг* (или *клевания кнопки,* как на рис. 3.6) для получения порции пищи. После работ Б.Скиннера этот УР стал основным в исследованиях бихевиористов (анализ связей «стимул-реакция»). К инструментальным УР относится также обучение подопытного животного находить путь к пище или избегать неприятных стимулов в лабиринте. Инструментальным УР является и *реакция избегания* — навык переходить в тот отсек экспериментальной камеры, где отсутствует болевое подкрепление (рис. 3.7).

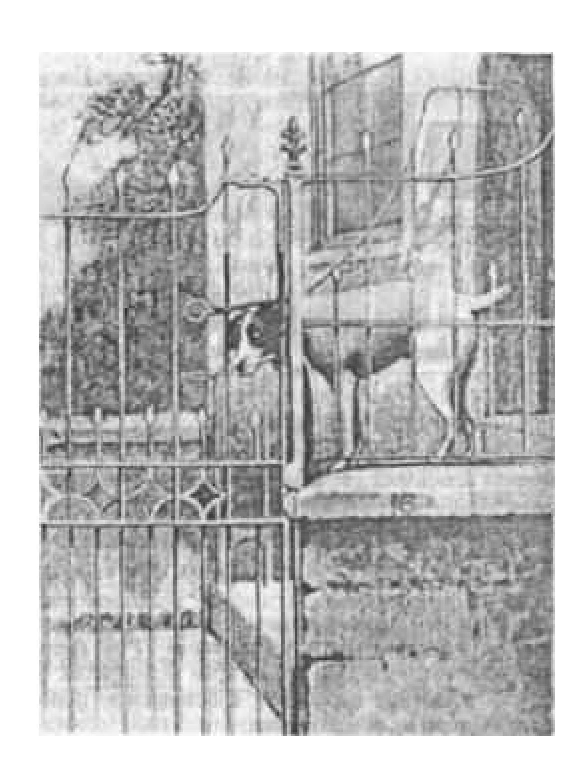


Рис. 3.5. Рисунок, сделанный по фотографии «исторического» эпизода. Собака К. Л. Моргана научилась открывать задвижку калитки, получая тем самым возможность «обрести свободу». Эта ситуация считается прототипом торндайковского «проблемного ящика».

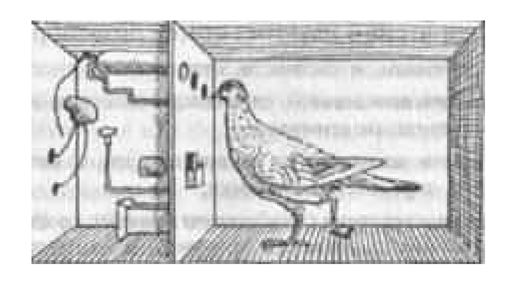


Рис. 3.6. Камера Б. Скиннера для обучения голубей.

В верхней части левой стенки камеры размещены 3 диска-«ключа». Они различаются не только по положению, но и по цвету лампочки, которая загорается за каждым из них. В кормушку (ниже) подают подкрепление. Клевание ключа (или, например, каждое 5-е клевание) автоматически подает зерно в кормушку.

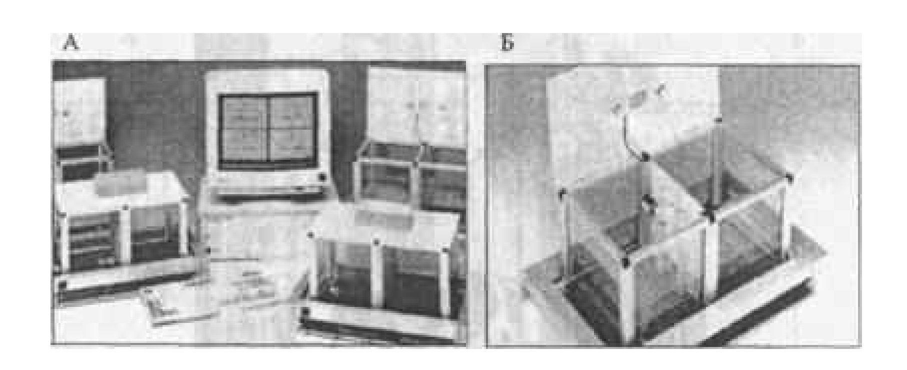


Рис. 3.7. Челночные камеры для исследования у лабораторных крыс и мышей реакции активного избегания.

А — современная установка для изучения условной реакции активного избегания, которая обычно состоит из 4 челночных камер с автоматизированным управлением и выводом результатов на экран монитора; Б — отдельная челночная камера.

Включению тока предшествует включение УС — звука или света. Чтобы избежать болевого воздействия, животное перебегает в другую половину камеры. По прошествии небольшого периода времени (как правило, его длину варьируют, чтобы не вырабатывать у животного УР на время) ток включают в той половине камеры, куда оно перед этим перебежало. УР считается выполненным, если животное перебегает в безопасную половину камеры во время действия УС и до включения тока.

Обширные исследования, выполненные сторонниками идей бихевиоризма, привели к появлению целого ряда новых терминов и понятий и созданию специфического языка для описания закономерностей процесса обучения, обнаруженных только благодаря примененным ими подходам. Многие термины сначала использовались как чисто технические — для объективного описания данных (знакомство с ними может помочь при чтении научных статей бихевиористов). К таким терминам, в частности, относятся:

♦ оперантное **поведение** — спонтанные действия, не вызванные каким-либо очевидным стимулом;

♦ **реактивное поведение** — всякое поведение, которое совершается в ответ на определенный стимул;

♦ **режим подкрепления** *(reinforcement schedule):* соотношение числа реакций (например, нажатий на рычаг) и вознаграждений (например, кусочков пищи; подробнее см. ниже);

♦ **постоянный (или переменный) интервал** *(fixed or variable interval) —* вознаграждение дается через определенные интервалы времени, в период которых животное может осуществлять двигательные реакции (эти интервалы могут быть постоянными или варьировать по длительности), но по истечении этого интервата подкрепляется только первая реакция;

♦ **фиксированное (или переменное) соотношение** *(fixed ratio or variable ratio) —* подкрепление дается животному только после того, как оно произведет какое-то количество реакций (нажатий или клеваний. Можно давать подкрепление только после определенного числа реакций (фиксированное соотношение) или это число может каким-то образом варьировать (переменное соотношение);

♦ **смежность** *(contiguity)* — этим термином обозначают постулируемое возникновение связей между стимулами и возникающими на их основе реакциями, а также совпадение УС с реакцией животного или УС с подкреплением, которое необходимо для возникновения **УР;**

♦ **ключ** *(cue)* — обычно это либо рычаг, на который нажимает крыса, либо освещенный кружок, по которому наносит удар клювом голубь **(этот термин,** обычный для работ бихевиористов, не следует путать с термином «ключевой стимул», принятым в этологии для обозначения видоспецифических стимулов, вызывающих инстинктивные реакции (см. 2.11).

На рис. 3.6 схематически изображена камера для выработки инструментальных УР у голубей. Скиннер считал, что любое поведение, относящееся к категории «оперантное», можно модифицировать, если при его выполнении давать животному подкрепление. Именно такой подход он предложил как эффективный способ анализа поведения. Если для выработки классических УР необходимы сочетания условных сигналов и подкрепления, то при методике *свободного оперантно-го поведения,* предложенной Скиннером, экспериментатор сопровождает подкреплением выполнение животным только определенного, намеченного им действия.

Например, крысу можно обучить нажимать на рычаг, если сначала сопровождать подкреплением любые ее действия в той части камеры, где он находится. Постепенно крыса обучается держаться вблизи рычага, и тогда подкрепление дают только, если она касается рычага мордой или лапой (для этого иногда на рычаг даже кладут пишу). Через некоторое время подкрепление дается только после выполнения четких движений — нажатий (одного или нескольких) лапой на рычаг.

Такое постепенное видоизменение поведения животного в результате вмешательства экспериментатора называется *методом последовательного приближения или формированием (shaping) поведения.*

Деление условных рефлексов на классические и инструментальные, удобное методически, не означает, что они имеют совершенно разную природу. В их основе лежат сходные нейрофизиологические механизмы, а любое «чисто» инструментальное действие животного всегда сопровождается реакцией, которая относится к классическим УР. И наоборот, в любом «чисто» классическом УР можно обнаружить двигательный компонент, который по своим свойствам относится к инструментальным (Борукаев, 1982).

О связи классических и инструментальных УР свидетельствует также

«самоформирование» условной реакции *{autoshaping).* Например, если голодного голубя поместить в камеру Скиннера и в течение 5 с освещать ключ для клевания с интервалом в 1 мин, а после прекращения освещения давать порцию пиши, то голубь сначала не обращает внимания на ключ. Однако после нескольких таких сеансов формируется инструментальная реакция, и он быстро начинает клевать ключ независимо от освещения. Постепенно голубь научается клевать ключ только при его освещении, т.е. реакция становится более точной — она *самоформируется.* В данном случае она очень близка к классическому УР, поскольку голубь клюет ключ как бы вместо зерна, даже в отсутствие подкрепления.

С помощью метода «последовательного приближения» у животных удается сформировать не только клевание ключа при его освещении, но и самые разнообразные, сложные и иногда неожиданные навыки. В опытах Скиннера голуби «играли» в пинг-понг, а крысы могли подтянуть к себе с помощью бечевки бильярдный шар, взять его в передние лапы и засунуть в трубку, расположенную на 5 см выше пола клетки (описание экспериментов П. Эпштейна, посвященных формированию сложных навыков у голубей, будет дано в гл. 4.8.2).

Метод последовательного приближения составляет основу дрессировки цирковых и служебных животных. Примером продуктивного использования принципов бихевиоризма, и в частности роли метода последовательного приближения в формировании поведения, является работа знаменитой американской дрессировщицы дельфинов и психолога К. Прайор(1995).

Тезис Скиннера о том, что любые движения, на которые способно животное данного вида, равновероятно можно использовать для инструментального научения, был достаточно обоснованно подвергнут сомнению в работе его коллег - К. и М. Брелландов (Breland, Breland, 1961). Некоторые виды животных при обучении манипуляциям с предметами производят «заданные» экспериментатором действия только после выполнения некоторых врожденных (инстинктивных) действий либо совсем не могут им научиться. Так, например, обучая енота нажимать на рычаг, Бреланды заметили, что нажатию предшествует видоспецифи-ческое движение лап — «полоскание», характерное для этого вида при добыче пищи из ручья (за что енота и называют «полоскун»). На основании таких наблюдений возникло представление о предрасположенности к определенным видам обучения (подробнее см.: Зорина и др., 1999).

Образование инструментальных УР по механизму «последовательного приближения» играет важную роль в организации поведения животных не только в эксперименте, но и в естественных условиях.

Обучение по методу последовательного приближения может происходить самым неожиданным образом. Об этом, в частности, свидетельствует получившая широкую известность в начале XX века история «умного Ганса». Это был конь, который демонстрировал способность «считать», «складывать», «извлекать корни», отвечать на вопросы и т.п. (рис. 3.8). Столь «разумное» поведение объяснялось тем, что конь научился замечать малоуловимые движения дрессировщика, которые тот непроизвольно совершал, видя, что конь вот-вот даст правильный ответ. Ориентируясь на эти условные сигналы, конь в нужный момент прекращал стучать копытом.

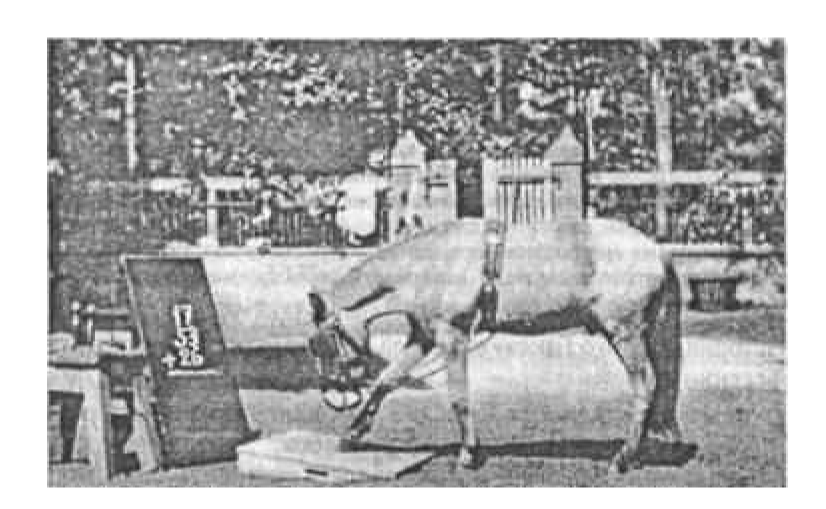


Рис. 3.8. Инструментальные условные рефлексы у дрессированной лошади «умного Ганса». На фотографии видно, как ударами копыта по специальной доске Ганс сигнализировал «правильный» ответ (по Н. Н. Ладыгиной-Котс, 1914).

В начале XX века (1900—1904) барон В. фон Остен, убежденный в огромных умственных способностях лошадей, обучал нескольких из них различению цветов, азбуке и «счету». Узнавание каждой буквы или цифры лошадь обозначала соответствующим числом ударов копыта. Друг фон Остена художник Редлих обучил таким же образом свою собаку. Наиболее способным учеником оказался орловский рысак Ганс, который производил достаточно сложные арифметические подсчеты, отвечал на разнообразные вопросы, а иногда высказывался по собственной инициативе. Так, супруги Н. Н. и А. Ф. Котс, специально приехавшие для знакомства с ним в 1913 году, рассказывали, что после нескольких относительно коротких ответов на вопросы Ганс заявил: «В поле я встретил милую госпожу Краль, которая меня кормила».

Поведение его было столь впечатляющим, что вводило в заблуждение не только публику, но даже членов специальных комиссий, включая Н. Н. Лады-гину-Котс. Предполагали, что хозяин подает коню некие скрытые сигналы (как дрессировщик — цирковым животным), однако его обследовали 13 экспертов (комиссия психолога К. Штумпфа) и не обнаружили никакого обмана. Они засвидетельствовали, что Ганс действительно «считает» и никаких скрытых сигналов ему не подают. И лишь много позднее наблюдатели постепенно заметили, что Ганс отвечает только на те вопросы, ответ на которые знает сам экспериментатор. Специальный анализ, проведенный психологом О. Пфунгстом, показал, что животное реагирует на мельчайшие непроизвольные (идеомоторные) движения экспериментатора, например на отклонения корпуса на 2 мм, микродвижения бровей, мимику и т.п. Эта невольная подача сигналов происходила, по-видимому, из-за эмоционального напряжения человека, по мере того как число ударов копытом приближалось к искомому, Даже картонный щит, которым пробовал отгородиться от Ганса экспериментатор, не помогал: животное все равно улавливало какие-то только ему понятные знаки для определения правильного ответа.

Для проверки своего предположения Пфунгст специально научил Ганса реагировать на микродвижения, которые он совершал уже сознательно, и продемонстрировал комиссии механизм и природу «математических способностей» этой лошади.

История «умного Ганса» оставила заметный след в развитии науки **о** поведении животных:

♦ она показала, сколь сложное поведение могло быть результатом обучения методом проб и ошибок;

♦ продемонстрировала справедливость «канона Ллойда Моргана» (см. 2.3) и актуальность его применения, поскольку в основе поведения этой «мыслящей лошади» лежали чисто условнореф-лекторные, а не связанные с мышлением механизмы;

♦ впервые привлекла внимание к проблеме чистоты эксперимента с точки зрения возможности ***неосознанного влияния экспериментатора на его результаты;***

♦ заставила по-новому взглянуть на возможности восприятия животных: способность уловить едва заметные движения человека свидетельствовала об их большой наблюдательности и способности концентрировать внимание.

3.3. Дифференцировочные условные рефлексы.

Перестав подкреплять выполнение условной реакции, можно не только «угасить» УР, но и «усовершенствовать» его, т.е. добиться, что условная реакция будет осуществляться точно на данный и только на данный стимул, а близкие по своим физическим свойствам раздражители ее не вызовут. Как известно, в начале формирования УР животное реагирует не только на строго конкретный условный стимул, например звук определенной частоты, но и на сходные с ним звуки, хотя и не полностью ему идентичные, например звуки близких частот (см. рис. 3.2Б). Эта стадия выработки УР называется ***генерализацией.*** Далее исследователь продолжает подкреплять (пищей или избавлением от опасности) условную реакцию только на определенный сигнал и не подкрепляет ответов на сходные, и в результате они постепенно *угасают.* Таким способом животное обучают различать — *дифференцировать* — весьма похожие сигналы.

В основе формирования дифференцировочных УР лежит ***днфферен-цировочное торможение*** — один из видов внутреннего торможения.

Процедура такого «совершенствования» сигнального значения условных раздражителей была названа И. П. Павловым *дифференци-ровкой,* или *выработкой дифференцированных условных рефлексов* (см. также рис. 3.2).

Выработка дифференцировочных УР (разными методами) успешно используется для оценки сенсорных способностей (т.е. возможностей органов чувств) животных разных таксономических групп (см., например: Дьюсбери, 1981; Реагсе, 1998). Так, выработав у животного УР дифференцирования (различения) двух цветовых стимулов, можно, выравнивая их другие параметры (например, яркость), изучать механизмы восприятия цвета. При этом если животное, в силу особенностей органов чувств, не воспринимает различий между двумя зрительными стимулами (цветами спектра), то выработать у него устойчивую дифференцировку такой пары стимулов невозможно.

Методики выработки дифференцировочных УР весьма многочисленны и разнообразны по процедуре эксперимента. Перечислим основные параметры, по которым различаются такие методики.

1. Порядок предъявления стимулов может быть последовательным или одновременным. *При последовательном предъявлении* голубь должен научиться клевать кнопку (диск) в ответ на стимул А и воздерживаться от реакции при

включении стимула Б (методика *go— no go).* Выработка дифференцировки, таким образом, состоит в торможении реакции на второй стимул. При *одновременном* предъявлении конкретной пары стимулов животное учится различать (дифференцировать) их абсолютные признаки. Например, при дифференцировке стимулов по их конфигурации животному одновременно показывают две фигуры — круг и квадрат, и подкрепляют выбор одной из них, например, круга. Это наиболее распространенный вид дифференцировочных УР. Выработка и упрочение такой реакции требует, как правило, многих десятков сочетаний.

2. Животному предлагают сделать **выбор стимулов:** альтернативный или множественный.

3. Предъявление стимулов может осуществляться в соответствии **с двумя режимами:** повторение одной пары стимулов до достижения критерия и чередование нескольких пар стимулов при систематическом варьировании второстепенных параметров.

Рассмотрим некоторые методы более подробно.

При систематическом варьировании второстепенных параметров стимулов можно оценивать способность животных различать не только данную конкретную пару раздражителей, но и их ***«обобщенные»*** (отвлеченные) признаки, совпадающие у многих пар.

Например, животных можно обучить различать не конкретные круг и квадрат, а любые круги и квадраты независимо от их размера, цвета, ориентации и т.п. С этой целью в процессе обучения каждый следующий раз им предлагают новую пару стимулов (новые круг и квадрат). Новая пара отличается от остальных по всем второстепенным признакам стимулов — цвету, форме, размерам, ориентации и т.п., но сходна по их основному параметру — геометрической форме, различения которой и предполагается добиться. В результате такой тренировки у животного постепенно происходит ***обобщение*** основного признака **и *отвлечение от второстепенных.* В** приведенном примере обобщается признак «круг» (подробнее см. гл. 5).

Данный режим оказался весьма эффективным для выработки дифференцировочного УР на обобщенный признак «мерность», когда животное училось выбирать любую объемную (трехмерную) фигуру и не реагировать на плоские (двумерные) фигуры (см. 4.6.3). В таких опытах с собаками, обезьянами и воронами у одной группы животных каждого вида вырабатывали УР выбора любой объемной (трехмерной) фигуры, а у второй группы — любой плоской (двумерной). Каждый раз животному предъявляли новую пару стимулов из набора, изображенного на рис. 4.15 (всего 30 пар), причем плоская фигура всегда представляла собой фронтальную проекцию объемной.

Может возникнуть предположение, что задача по выработке таких дифференцировок для животных очень сложна, однако с ней справляются не только приматы, но и хищные млекопитающие (Дашев-ский, Детлаф, 1974), а также птицы — врановые (Крушинский и др., 1981) и даже голуби. При этом животным всех указанных видов требовалось примерно столько же сочетаний, как и при выработке диффе-ренцировки с одной парой стимулов. После такой серии обучения они способны выбирать любую новую объемную (или плоскую) фигуру без дополнительной тренировки.

При систематическом варьировании второстепенных признаков стимулов можно исследовать не только способность животных к обучению, но и более сложную форму их высшей нервной деятельности — ***способность к обобщению,*** которая

составляет одно из важнейших свойств довербального мышления животных (гл. 5).

Как уже упоминалось, животные с разным уровнем структурно-функциональной организации мозга практически не различаются по способности к простым формам условнорефлекторного обучения. Образование отдельных дифференцировочных УР в этом плане не составляет исключения. Однако благодаря использованию дифференцировочных УР в качестве элементарных единиц обучения и созданию их разнообразных комбинаций было разработано несколько экспериментальных процедур, которые называют ***«сложными формами обучения», или серийным обучением*** *(serial learning).* Появление этих методов было связано со стремлением специалистов все же выявить какие-то различия в способностях у животных разных таксономических групп с разным уровнем организации мозга (см. 8.1). Наиболее важные из этих методов:

♦ последовательные переделки сигнального значения дифференцировочных стимулов;

♦ формирование установки на обучение;

♦ формирование «систем» дифференцировочных УР.

3.3.1. Последовательные переделки сигнального значения дифференцировочных стимулов.

Переделка сигнального значения условных раздражителей (ее часто называют переделкой дифференцировки) — это *разновидность дифференцировочного обучения.*

После достижения определенного, выбранного экспериментатором *критерия* выработки различения (например, 80% правильных реше*ний) условия получения подкрепления меняются на противоположные:* теперь реакция на стимул, ранее подкреплявшийся, перестает сопровождаться пищей, а реакцию на стимул, на который животное только что научилось не реагировать, начинают подкреплять.

Американский исследователь М. Биттерман (1973) предложил проводить такие переделки многократно. Эта процедура получила название ***метода последовательных*** (или обратимых) ***переделок*** *(discrimination reversal learning).* Автор исходил из того, что после многократных смен сигнального значения стимулов у животных может сформироваться *единая стратегия* (или *правило),* и они не будут каждый раз обучаться совершенно заново.

Опыты проводились на разных видах позвоночных. При каждой следующей переделке число ошибок снижалось, и в конце концов наступал момент, когда при очередной смене сигнального значения стимулов животное уже со второй пробы начинало выбирать «правильно» без дополнительного обучения.

Снижение числа проб, необходимого для очередной переделки реакции, происходит тем быстрее, чем выше уровень эволюционного развития данного животного.

3.3.2. Формирование «установки на обучение».

Метод формирования ***«установки на обучение»*** *(object learning-set formation)*

разработал американский исследователь Г. Харлоу (Harlow, 1949; 1958). Согласно классическому варианту этой методики, животное (в опытах Харлоу макака-резуса) обучают простой дифференци-ровке — выбору одного из двух стимулов: игрушек или мелких предметов обихода. По достижении определенного критерия выработки дифференцировки начинают следующую серию: животному предлагают два новых стимула, ничем не похожих на первые. По завершении второй стадии обучения формируют третью дифференцировку и т.д. После выработки 100—150 таких реакций (их число зависит от уровня организации данного вида и может доходить до 1500 у крыс и голубей, занимая многие месяцы) животное уже при втором предъявлении новой пары стимулов действует *не наугад, не методом проб и ошибок,* а в соответствии с усвоенным им ранее правилом, которое принято называть *установкой.* Оно запоминает результат первой пробы и далее реагирует в соответствии с этой «установкой».

Правило состоит в том, чтобы «выбирать тот же предмет, что и в первой пробе, если его выбор сопровождался подкреплением, или другой, если подкрепление получено не было (в дальнейшем эта стратегия получила название *"win-stay, lose-shift")».*

Принято считать, что при обучении с использованием метода последовательных переделок и при формировании установки происходят сходные процессы, так что первый можно считать частным случаем формирования установки.

Впоследствии было создано несколько модификаций исходной методики. Например, Д. Уоррен (Warren, 1977) в своих опытах не вырабатывал каждую дифференцировку до достижения критерия обученности, а предъявлял каждую пару определенное число раз и затем предлагал следующую. Именно этот вариант был использован рядом авторов для сравнения обучаемости разных видов приматов (Passingham, 1982; Rumbaugh et al., 1987, 2000).

Методом формирования установки на обучение впервые была получена широкая сравнительная характеристика обучаемости животных разных систематических групп, которая в определенной степени коррелировала с показателями организации мозга. Вместе с тем, как и данные М. Биттермана, эти результаты свидетельствовали о существовании у животных каких-то процессов, выходящих за рамки простого образования дифференцировочных УР. Считают, что в ходе такой процедуры животное «учится учиться». Оно освобождается от связи «стимул-реакция» и «переходит от ассоциативного обучения к *инсайт-подобному обучению* с одной пробы» (Harlow, 1958). При этом, по мнению Р. Бирна (Byrne, 1998), у животного должна сформироваться характеристика подкрепляемого стимула в какой-то отвлеченной форме, т.е. должно сформироваться *абстрактное правило.* Человек выразил бы это правило, как *«выбирай подкрепляемое»* вместо того, чтобы запоминать каждый раз целый список стимулов (например, красный мяч «+», блюдце «—»; штопор «+», свисток «—» и т.д.).

Аналогичной точки зрения придерживается Л. А. Фирсов. Он считает, что этот вид обучения по своей сути и по лежащим в его основе механизмам близок к процессу обобщения (подробнее см. гл. 5), и с какого-то момента «первичное» обучение — выработка конкретной дифференцировки — сопровождается «вторичным» обучением — некими когнитивными процессами, при которых ***выявляется общее правило*** решения многих однотипных задач.

То же мнение разделяет английский специалист по теории обучения Н. Макинтош (Mackintosh, 2000): в основе формирования установки на обучение *лежит переход от простых ассоциативных механизмов* (образования УР **и** дифференцировок) *к когнитивным,* т.е. к процессам, основанным на *формировании представлений* об

общем правиле решения серии однотипных задач. По его образному выражению, животные «переходят от заучивания наизусть к заучиванию по смыслу».

Данные, полученные с помощью метода последовательных переделок и метода формирования «установки», впервые создали основу для широкой сравнительной характеристики обучаемости животных и показали, что в процессе такого обучения наряду с ассоциативными участвуют механизмы другого уровня — когнитивные (см. 8.1 и 3.4).

3.3.3. формирование «систем» дифференцировочных условных рефлексов.

В работах Л. Г. Воронина (1984) также было показано, что при комбинации отдельных УР возникают новые свойства, не сводимые к свойствам суммы исходных рефлексов. Происходит образование так называемых **систем дифференцировочных УР,** или просто «систем». Такие системы Л. Г. Воронин считал целостными функциональными единицами, из которых складывается психическая деятельность.

У животного вырабатывают несколько дифференцировочных УР, объединенных в систему таким образом, что выполнение одного УР зависит от усвоения другого.

Одна из таких процедур составляет необходимый этап в изучении способности к ***транзитивному заключению*** — форме дедуктивного мышления, свойственной и животным, и человеку.

Программа эксперимента по выработке систем дифференцировок состоит в следующем. Животное учится дифференцировать несколько пар раздражителей (как правило, цветовых стимулов). При выработке дифференцировки каждой следующей пары стимулов производится смена сигнального значения части из них в соответствии с определенным правилом: стимул, бывший положительным в паре А— В+ (где «В+» — подкрепляемый стимул, а «А-» — неподкрепляемый), становится отрицательным в паре В— С+. В процессе обучения животное должно усвоить информацию о том, что значения стимулов В, С, D могут быть как положительными (В+, С+, D+), так и отрицательными (В—, С—, **D—**), в зависимости от пары, в которой они в данный момент предъявляются. Стимулы А— и F+ , т.е. первый и последний в последовательности, остаются во всех комбинациях только положительным (F) или только отрицательным (А). Высокая доля правильных выборов при чередовании всех пар стимулов, когда животное выбирает, например, стимул С в паре В— С+, но не реагирует на него в паре С— D+, свидетельствует, что оно усвоило принцип данной системы. Такую систему дифференцировок успешно усваивают дети, начиная с 4 лет (Bryant, Trabasso, 1971), взрослые шимпанзе (Gillan, 1981; Boysen, Bermtson, 1995), а также голуби и вороны (Зорина и др., 1989). Межвидовые различия в динамике и успешности формирования такой системы дифференцировок у этих видов птиц оказались незначительными и недостоверными. В то же время при обратимых последовательных переделках и формировании установки на обучение голуби существенно отставали как от врановых, так и от приматов.

Метод выработки дифференцировочных УР в разных его комбинациях является одним из ведущих в физиологии ВНД и используется как инструмент для исследования целого ряда проблем.

К этим проблемам, помимо оценки возможностей органов чувств животных разных видов, относится изучение следующих более сложных когнитивных способностей:

- к обобщению;
- к транзитивному заключению;
- к формированию установки на обучение.

Такие экспериментальные исследования будут подробнее рассмотрены ниже.

3.4. Когнитивные (познавательные) процессы.

3.4.1. Общая характеристика.

Термин ***«когнитивные»,*** или ***«познавательные»****,* процессы употребляют для обозначения тех видов поведения животных и человека, в основе которых лежит не условнорефлекторный ответ на воздействие внешних стимулов, а формирование внутренних (мысленных) ***представлений*** *о* событиях и связях между ними.

И. С. Бериташвили называл их ***психонервными образами,*** или ***психонервными представлениями,*** Е. Н. Соколов — *нервной моделью* ***стимула,*** Л. А. Фирсов (1972; 1993) и Т. А. Натишвили (1987) — *образной* ***памятью.*** Д. Мак-Фарленд (1988) подчеркивает, что *когнитивная деятельность животных относится к мыслительным процессам,* которые зачастую недоступны прямому наблюдению, однако их существование возможно выявить в эксперименте.

Наличие *представлений* обнаруживается в тех случаях, когда субъект (человек или животное) совершает действие без влияния какого бы то ни было физически реального стимула. Такое возможно, например, когда он извлекает информацию из памяти или мысленно восполняет отсутствующие элементы действующего стимула. В то же время формирование мысленных представлений может никак не проявляться в исполнительной деятельности организма и обнаружится лишь позднее, в какой-то определенный момент.

Внутренние представления могут отражать самые разные типы сенсорной информации, не только абсолютные, но и относительные признаки стимулов, а также соотношения между разными стимулами и между событиями прошлого опыта. По образному выражению, животное создает некую внутреннюю картину мира, включающую комплекс представлений *«что», «где», «когда».* Они лежат в основе обработки информации о временных, числовых и пространственных характеристиках среды и тесно связаны с процессами памяти. Различают также ***образные*** *и* ***абстрактные*** (отвлеченные) представления (Premack, 1983). Последние рассматривают как основу формирования довербальных понятий (см. гл. 5).

Метод отсроченных реакций. Мысль о существовании у животных некоего «процесса представления», т.е. такой активности мозга, которая соответствует полученной ранее стимуляции, но которая может поддерживаться в ее отсутствие, была впервые высказана У.Хантером в 1913 г. Для оценки способности животного реагировать *на воспоминание* о стимуле в отсутствие этого реального стимула У. Хантер предложил *метод отсроченных реакций* (2.4.4).

Животное (в опытах Хантера — енота) помещали в клетку с тремя одинаковыми и симметрично расположенными дверцами для выхода. Над одной из них на короткое время зажигали лампочку, а потом еноту давали возможность подойти к любой из дверец. Если он выбирал дверцу, над которой зажигалась лампочка, то получал подкрепление. При соответствующей тренировке животные выбирали нужную дверцу даже после 25-секундной отсрочки — интервала между выключением лампочки и возможностью сделать выбор.

В опытах других исследователей задача ставится иначе. На глазах у голодного животного в один из двух (или трех) ящиков помещают корм. По истечении периода отсрочки животное выпускают из клетки или (как на рис. 3.9) убирают отделяющую его преграду. Его задача выбрать ящик с кормом.

Выполнение теста на отсроченные реакции на неслучайном уровне считается доказательством наличия у животного ***мысленного представления*** о спрятанном предмете (его ***образа),*** т.е. существования какой-то активности мозга, которая в этом случае подменяет информацию от органов чувств. С помощью этого метода были исследованы представители различных видов животных и было подтверждено, что их поведение может направляться не только действующими в данный момент стимулами, но также и *хранящимися в памяти следами, образами или представлениями об отсутствующих стимулах* (рис. 3.9).

Опыты на разных животных были дополнены исследованиями на детях. Эту методику стали довольно широко применять и в нашей стране, начиная с 30-х годов, но многие ученики И. П. Павлова (например, Э. Г. Вацуро) отождествляли ее с методом *следового УР,* когда выполнение условной реакции происходит как бы на основе «следов действия УС». Метод отсроченных реакций стали использовать как тест на форму особой (образной или декларативной) памяти, которая не идентична памяти, формирующейся при УР (см. словарь терминов).

Между условнорефлекторной (ассоциативной или процедурной) и образной (декларативной) памятью существуют тонкие функциональные различия. От особенностей их взаимодействия зависят, например, различия в организации сложного поведения низших и высших обезьян (Фирсов, 1972; 1993).

В классическом тесте на отсроченные реакции виды животных проявляют себя по-разному. Собаки, например, после того как корм положен в один из ящиков, ориентируют тело по направлению к нему и сохраняют эту неподвижную позу в течение всего периода отсрочки, а по ее окончании сразу бросаются вперед и выбирают нужный ящик. Другие животные в подобных случаях не сохраняют определенной позы и могут даже разгуливать по клетке, что не мешает им, тем не менее, правильно обнаруживать приманку. У шимпанзе формируется не просто представление об ожидаемом подкреплении, но ожидание определенного его вида. Так, если вместо показанного в начале опыта банана после отсрочки обезьяны обнаруживали салат (менее ими любимый), то отказывались его брать и искали банан. Мысленные представления контролируют и гораздо более сложные формы поведения. Многочисленные свидетельства этого были получены и в специальных экспериментах, и в наблюдениях за повседневным поведением обезьян в неволе и естественной среде обитания (см., например: Л адыги на-Котс, 1923; 1935; Гудолл, 1992; подробнее об этом см. гл. 7).

Тест на оценку представлений о константности свойств предметов. Один из способов изучения роли представлений в поведении и психике животного — *тест на «константность свойств предмета» («object pertanence»),* т.е. на способность субъекта понимать, что предмет, скрывшийся из поля зрения, продолжает существовать, может быть отыскан и не меняет при этом своих свойств. Тест широко применяется в исследованиях психического развития животных и человека (Пиаже, 1969; Бауэр, 1979).

Для оценки способности животных оперировать представлениями о константности свойств предмета существуют тесты:

- на «неисчезаемость»;

- на «вмещаемость»;
- на «перемещаемость» и др.

Термины были введены Л. В. Крушинским (1986) и соответствующие тесты названы им *«эмпирическими законами».* Они соответствует 4-й и 6-й стадиям развития по Пиаже (1969) (подробнее об оценке этих способностей у животных см. 4.6.1).

В основе понимания животным или ребенком принципа *«неисчезаемости»* лежит эмпирическое знание того, что предметы существуют, даже если в данный момент они недоступны непосредственному восприятию органами чувств.

По мнению Л. В. Крушинского, понимание животным этого принципа составляет необходимое условие для проявления способности к экстраполяции направления движения стимула и решению ряда других элементарных логических задач (см. гл. 4).

«Мысленный план» лабиринта. Одним из первых гипотезу о роли представлений в обучении животных выдвинул Э. Толмен в 30-х годах XX века (1930, 1997). Исследуя поведение крыс в лабиринтах разной конструкции, он пришел к выводу, что общепринятая в то время схема «стимул-реакция» не может удовлетворительно описать поведение животного, усвоившего ориентацию в такой сложной среде, как лабиринт. Толмен высказал предположение, что в период между действием стимула и ответной реакцией в мозге совершается определенная цепь процессов («внутренние или промежуточные переменные»), которые определяют последующее поведение. Сами эти процессы, по мнению Толмена, можно исследовать строго объективно по их функциональному проявлению в поведении.

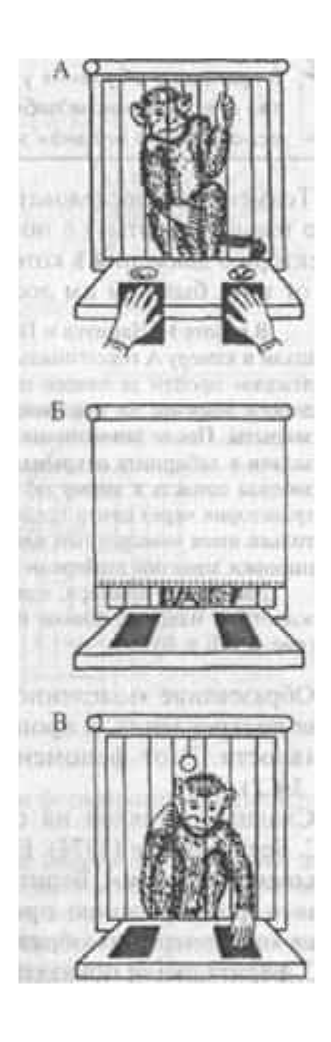


Рис. 3.9. Схема опытов по изучению отсроченных реакций.

А — демонстрация приманки и пустого контейнера; Б — приманку и пустой контейнер закрывают от животного непрозрачным экраном; В — экран убирают, и животное имеет возможность достать приманку, положение которой не изменилось. При следующем предъявлении этого теста контейнер с приманкой может располагаться слева.

В процессе обучения у животного формируется **«когнитивная карта»** всех признаков лабиринта, или его **«мысленный план».** Затем на основе этого «плана» животное выстраивает свое поведение.

Толмен и его последователи исследовали формирование «мысленного плана» («карты») с помощью лабиринтов разных конструкций, траекторию движения в которых животные могли менять в зависимости от того, были ли им доступны более короткие пути.

В работе Н. Чапиуса и П. Скардигли (цит. по: Реагсе, 1998) хомячка помещали в камеру А гексагонального лабиринта (рис. 3.10А), в котором ему «надлежало» пройти за пищей по пути, указанному штриховой линией. От этой дороги хомячок не отклонялся, поскольку все входы в другие отсеки были закрыты. После запоминания этого пути во время целого ряда предъявлений задачи в лабиринте открывали все дверцы, за исключением той, которая позволяла попасть к корму по прямой. Теперь кратчайшим путем к пище стала траектория через центр (сплошная линия). Этот путь можно уверенно найти, только имея «мысленный план» данного

лабиринта. После определенной тренировки хомячки выбирали этот путь достоверно чаще, чем остальные.

Два других примера, взятых из работы самого Толмсна, показывают, как животное находит новый путь к пище, если знакомая дорога перекрыта (рис. ЗЛОБ и В).

Образование «мысленного плана» может происходить и в отсутствие подкрепления, в процессе ориентировочно-исследовательской активности. Этот феномен Толмен назвал ***латентным обучением*** (см. 3.4.2).

Сходных взглядов на организацию поведения придерживался И. С. Бериташвили (1974). Ему принадлежит термин — ***«поведение, направляемое образом».*** Бериташвили продемонстрировал способность собак к формированию представлений о структуре пространства, а также «психонервных образов» предметов. Ученики **и** последователи И. С. Бериташвили показали пути видоизменения и совершенствования образной памяти в процессе эволюции (Натишвили, 1987), а также в онтогенезе (Бадридзе, 1987), базируясь на данных по пространственной ориентации животных.

Гипотеза о *когнитивных механизмах* многих форм поведения закономерно возникала у исследователей, пытавшихся осмыслить данные самых разнообразных экспериментов. Американский ученый Д. Гриф-фин (Griffin, 1984) в книге «Мышление животных» *(«Animal thinking»)* в популярной форме рассматривает факты, хотя и не всегда действительно относящиеся к сфере мышления животных, но явно не получавшие объяснения в терминах бихевиоризма (например, орудийная деятельность и сложные виды коммуникации).

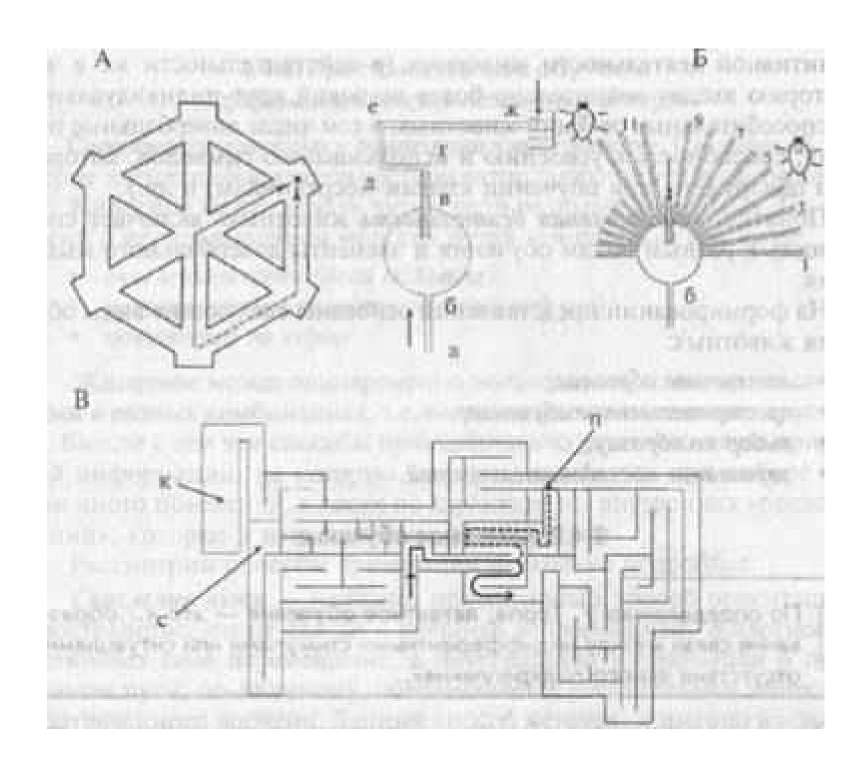


Рис. **3.10.** Лабиринты, в которых исследовали формирование «мысленных карт» у животных.

А — гексагональный лабиринт; Б — усвоение общего плана строения лабиринта при изменении его конфигурации. Слева — голодная крыса обучается находить путь

к пище, следуя по траектории а-б-в-г-д-е. После упрочения навыка животное помещают в точку а, но теперь из круглой камеры можно выйти по множеству рукавов за исключением одного (в). При наличии у животного «мысленного плана» оно чаще, чем случайно, выходит к пище по рукаву 5. В — крысу помещали в точку старта (с) и обучили находить корм (К). Постепенно у нее сформировался «мысленный план» лабиринта. После того как убрали перегородку (П), она стала бегать по более короткому пути, который обозначен пунктирной линией.

Когнитивная психология человека — направление, возникшее как реакция на господство идей бихевиоризма в области изучения психики человека, — оказала влияние на исследования когнитивных процессов у животных. Проведение аналогий между работой мозга **и** вычислительной машиной позволило описывать память животных как процесс переработки информации с привлечением соответствующего математического аппарата и понятий теории информации (Солсо, 1996).

Одно из наиболее популярных направлений в анализе когнитивных процессов у животных — это *анализ обучения «пространственным» навыкам* (главным образом, благодаря введению в лабораторную практику методов водного и радиального лабиринтов, см. 3.4.2). Существует даже тенденция считать эти феномены основным проявлением когнитивной деятельности животных (в действительности же в эту категорию входит значительно более широкий круг индивидуально-приспособительных реакций животных, в том числе довербальные понятия, способность к усвоению и использованию символов, которая была обнаружена при обучении языкам-посредникам, и др.).

Понятие, ***«когнитивная деятельность*** животных» включает способность к разным видам обучения и элементы довербального мышления.

На формировании представлений основаны следующие виды обучения животных:

- ♦ *латентное обучение;*
- ♦ *пространственное обучение;*
- ♦ *выбор по образцу;*
- ♦ *заучивание последовательностей.*

3.4.2. Латентное обучение.

По определению У. Торпа, **патентное обучение** — это «...образование связи между индифферентными стимулами или ситуациями в отсутствие **явного** подкрепления».

Элементы латентного обучения присутствуют практически **в** любом процессе обучения, но могут быть выявлены только в специальных опытах.

В естественных условиях латентное обучение возможно благодаря исследовательской активности животного в новой ситуации. Оно обнаружено не только у позвоночных. Эту или сходную способность для ориентации на местности используют, например, многие насекомые. Особенно хорошо латентное обучение изучено у перепончатокрылых. Так, пчела или оса, прежде чем улететь от гнезда, совершает «рекогносцировочный» полет над ним, что позволяет ей фиксировать в памяти «мысленный план» данного участка местности.

Наличие такого «латентного знания» выражается в том, что животное, которому

предварительно дали ознакомиться с обстановкой опыта, обучается быстрее, чем контрольное, не имевшее такой возможности.

В настоящее время термин «латентное обучение» употребляется редко и лишь в определенном контексте. Однако на самом деле этот феномен достаточно широко распространен. Например, в разделе 4.8.2 будет показано, что оно сопровождает выработку простых инструментальных УР (открывание кормушек разного цвета). Птицы (вороны и голуби) запоминают число единиц подкрепления, получаемого при действии стимулов разного цвета, а затем используют эту информацию в новой ситуации (Зорина и др., 1991). В гл. 5 мы покажем, что феномен, который Л. А.Фирсов называет «вторичным обучением», по существу можно считать одним из вариантов латентного обучения.

3.4.3. Пространственное обучение. Современная теория «когнитивных карт».

Способность животных к ориентации в пространстве. Сведения об этой форме когнитивной деятельности вкратце заключаются в следующем.

Животное может искать путь к цели разными способами. По аналогии с прокладыванием морских путей эти способы называют:

- *счислением пути (dead reckoning);*
- *использованием ориентиров (landmark use);*
- *навигацией по карте.*

Животное может одновременно пользоваться всеми тремя способами в разных комбинациях, т.е. они взаимно не исключают друг друга. Вместе с тем эти способы принципиально различаются по природе той информации, на которую животное опирается при выборе того или иного поведения, а также по характеру тех внутренних «представлений», которые у него при этом формируются.

Рассмотрим способы ориентации несколько подробнее:

Счисление пути — наиболее примитивный способ ориентации в пространстве; он не связан с внешней информацией. Животное отслеживает свое перемещение, а интегральная информация о пройденном пути, по-видимому, обеспечивается соотнесением этого пути и затраченного времени. Данный способ неточен, и именно из-за этого у высокоорганизованных животных его практически нельзя наблюдать в изолированном виде.

Использование ориентиров нередко сочетается со «счислением пути». Этот тип ориентации в большой степени близок формированию связей типа «стимул-реакция». Особенность «работы по ориентирам» состоит в том, что животное использует их строго поочередно, «по одному». Путь, который запоминает животное, представляет собой цепь ассоциативных связей.

При ориентации по местности («навигации по карте») животное использует встречающиеся ему предметы и знаки как точки отсчета для определения дальнейшего пути, включая их в интегральную картину представлений о местности.

В качестве примера расскажем о способностях к пространственной ориентации у столь разных видов млекопитающих, как шимпанзе **и** бурый медведь.

Наблюдения Э. Мензела (Menzel, 1979) за группами молодых шимпанзе, живших на огороженной, но достаточно обширной территории, показали, что при отыскании корма они гибко пользуются мысленным планом окружающей местности. Дж.

Гудолл (1992) также приводит многочисленные подтверждения роли пространственной памяти в механизмах ориентировки шимпанзе в пространстве. По ее наблюдениям *«карта», хранящаяся в памяти* этих животных, весьма обширна. Она позволяет им легко находить пищевые ресурсы, разбросанные на площади до 24 кв. км в пределах Гомбе, и до сотен кв. км у популяций, обитающих в других частях Африки.

Пространственная память обезьян хранит не только расположение крупных источников пищи, например больших групп обильно плодоносящих деревьев, но и местонахождение отдельных таких деревьев и даже одиночных термитников. В течение по крайней мере нескольких недель они помнят о том, где происходили те или иные важные события, например конфликты между сообществами.

Знание своей территории обитания — важнейший фактор приспособленности хищных млекопитающих. Многолетние наблюдения В. С. Пажетнова (1991) за бурыми медведями в Тверской области позволили объективно охарактеризовать, какую роль играет мысленный план местности в организации их поведения. По следам животного натуралист может воспроизвести детали его охоты на крупную добычу, перемещения медведя весной после выхода из берлоги и в других ситуациях. Оказалось, что медведи часто используют такие приемы, как «срезание пути» при одиночной охоте, обход жертвы за многие сотни метров и др. Это возможно лишь в том случае, если у взрослого бурого медведя есть *четкая мысленная карта* района своего обитания.

Начало лабораторным исследованиям пространственной ориентации животных было положено в электрофизиологическом исследовании — при анализе реакций клеток гиппокампа (старой коры).

В 1976 г. появилась статья американского ученого Дж. О'Кифа, обнаружившего «клетки места» *{place units)* в гиппокампе свободноподвижной крысы. Эти нейроны разряжались избирательно только при попадании животного в определенное место замкнутого пространства. Исследования О'Кифа, изложенные позднее совместно с Л. Наделом (O'Keefe, Nadel, 1978), положили начало настоящему «взрыву» работ. Часть из них была посвящена роли гиппокампа в формировании «когнитивной карты» животного, а часть — разработке новых методических приемов тестирования ориентации животных в пространстве.

Для ориентации «по карте» у животного должны быть представления о расположении как близких, так и далеких объектов среды. Именно пространственные представления такого рода О'Киф и Надел назвали вслед за Толменом ***когнитивной картой.*** По их мнению, такие внутренние представления содержат *аллоцентрическую* пространственную информацию (т.е. информацию, содержание которой не зависит от собственного положения в данном пространстве). Она подобна той, которую можно извлечь при пользовании географической картой. Это, однако, не означает, что такие представления в физическом смысле напоминают карту. Подобные «карты» не являются ни совокупностью некоторого числа связей типа «стимул-реакция», ни цепями УР, а представляют собой, скорее, устойчивые инвариантные ассоциации, вовлекающие ряд стимулов. Такие ассоциации, по-видимому, сходны с теми, что формируются в физиологических экспериментах между двумя условными сигналами (см. 3.2).

Успешность использования животным внутренних пространственных карт основана на стабильности расположения объектов внешней среды. Экспериментально показано, что изменение их положения вносит ошибки в ориентацию.

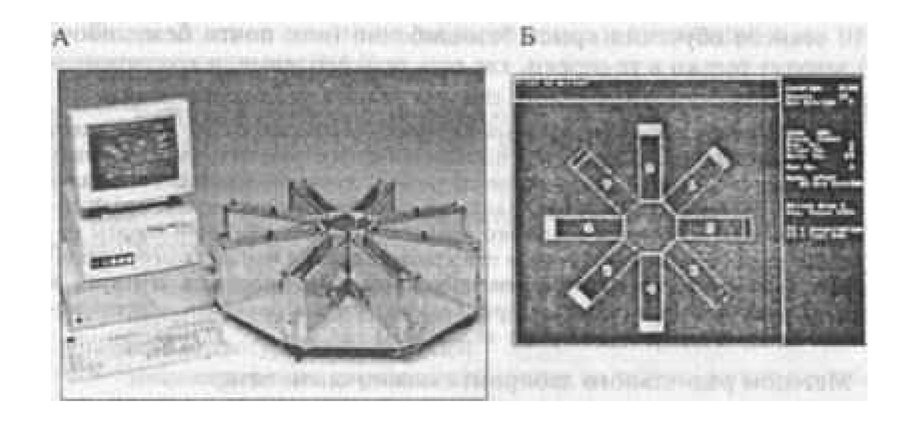


Рис. 3.11. Восьмилучевой радиальный лабиринт.

А — автоматизированный радиальный лабиринт с закрытыми рукавами; Б — изображение лабиринта на экране монитора.

Существует целый ряд подходов к исследованию формирования у животного пространственных представлений. Некоторые, как мы только что показали на примере работ Мензела и Пажетнова, связаны с оценкой ориентации животных в естественных условиях. В лаборатории наиболее часто используются две методики — *радиальный и водный лабиринты.* Роль пространственных представлений и пространственной памяти в формировании поведения в основном исследуется на грызунах, а также некоторых видах птиц.

3.4.3.1. Обучение в радиальном лабиринте

Методика изучения способности животных к обучению в радиальном лабиринте была предложена американским исследователем Д.Олтоном (Olton, 1978).

Обычно радиальный лабиринт (рис. 3.11) состоит из центральной камеры и 8 (или 12) лучей, открытых или закрытых (называемых в этом случае отсеками, или коридорами). В опытах на крысах длина лучей лабиринта варьирует от 100 до 140 см. Для экспериментов на мышах лучи делают короче. Перед началом опыта в конец каждого коридора помещают пищу. После процедуры приучения к обстановке опыта голодное животное сажают в центральный отсек, и оно начинает заходить в лучи в поисках пищи. При повторном заходе в тот же отсек животное пищи больше не получает, а такой выбор классифицируется экспериментатором как ошибочный.

По ходу опыта у крыс формируется *мысленное представление* о пространственной структуре лабиринта. Животные помнят о том, какие отсеки они уже посетили, а в ходе повторных тренировок «мысленная карта» данной среды постепенно совершенствуется. Уже после 7—10 сеансов обучения крыса безошибочно (или почти безошибочно) заходит только в те отсеки, где есть подкрепление, и воздерживается от посещения тех отсеков, где она только что была.

При помещении в радиальный лабиринт многие животные испытывают страх, что затрудняет оценку их способности к пространственному обучению. Возможной причиной этого являются узкие, стесняющие движение коридоры-лучи. В целях более полного анализа способности к усвоению пространственного расположения пищевого подкрепления недавно были начаты исследования обучения животных и

птиц разных видов в «гигантском» радиальном лабиринте. Он расположен на открытой местности, а его лучи и центральный отсек в несколько раз больше, чем у лабиринтов, обычно используемых в лабораториях (Lipp et al., 2001).

Методом радиального лабиринта можно оценивать:

♦ формирование ***пространственной памяти*** животных;

♦ соотношение таких категорий пространственной памяти, как ***рабочая и референтная.***

Рабочей памятью называют обычно сохранение информации в пределах одного опыта. ***Референтная*** память хранит информацию, существенную для освоения лабиринта в целом.

Для раздельного анализа рабочей и референтной памяти часто используют следующую схему опыта. Животных обучают искать пищу в 4 открытых рукавах, 4 других все время остаются закрытыми, так что в них они зайти не могут (и, следовательно, пищи никогда в них не бывает). В ситуации теста все отсеки открывают, и в поиске пищи животное имеет возможность зайти в любой. Заход только в ранее открытые отсеки, где пищи уже нет, — это ошибка рабочей памяти. Заход в отсек, который при обучении был всегда закрыт, — ошибка референтной памяти.

Пространственная рабочая память достаточно долговечна. Ее длительность определяется временем, в течение которого крыса по окончании эксперимента помнит, в какие лучи она уже заходила. В некоторых случаях это время достигало 24 часов.

Исследуя пространственную память в радиальном лабиринте и проводя с животным длительные опыты, мы исследуем его *долгосрочную* память (которая может быть *референтной* или *рабочей).* Однако, если нам интересно выяснить, как реагирует животное на экстренное изменение ситуации в лабиринте и какова его немедленная реакция, — мы будем иметь дело с его *краткосрочной* памятью.

Подразделение памяти на референтную и рабочую основано на запоминании пространственных ориентиров и событий (посещение отсека).
Деление памяти на краткосрочную и долгосрочную основано на другом критерии — на продолжительности сохранения следов во времени.

Подразделение памяти на декларативную и процедурную мы рассматривали выше (см. 3.4.1).

Работы с радиальным лабиринтом позволили выявить у животных (главным образом, крыс) наличие определенных *стратегий поиска пищи.*

В самой общей форме такие стратегии подразделяются на алло- и эгоцентрические:

♦ при *аллоцентрической стратегии* животное при поиске пищи полагается на свое мысленное представление о пространственной структуре данной среды;

♦ *эгоцентрическая стратегия* основана на знании животным конкретных ориентиров и сопоставлении с ними положения своего тела.

Такое деление в большой степени условно, и животное, в особенности в процессе обучения, может параллельно использовать элементы обеих стратегий. Доказательства использования крысами аллоцентрической стратегии (мысленной карты) базируются на многочисленных контрольных экспериментах, в ходе которых либо вводятся новые, «сбивающие» с пути ориентиры (или, наоборот, подсказки), либо меняется ориентация всего лабиринта относительно ранее неподвижных

координат и т.д.

3.4.3.2. Обучение в водном лабиринте Морриса (водный тест) В начале 80-х годов шотландский исследователь Р. Моррис (Morris, 1984) предложил для изучения способности животных к формированию пространственных представлений использовать «водный лабиринт». Метод приобрел большую популярность, и его стали называть «водным лабиринтом Морриса».

Принцип метода заключается в следующем. Животное (обычно мышь или крысу) выпускают в бассейн с водой (рис. 3.12). Из бассейна нет выхода, но имеется невидимая (вода замутнена) подводная платформа, которая может послужить убежищем: отыскав ее, животное может выбраться из воды. Мышь вынимают из бассейна, а через некоторое время снова выпускают плавать, однако уже из другой точки периметра. Постепенно время, которое проходит от пуска животного до отыскания платформы, укорачивается, а путь упрощается. Это свидетельствует о *формировании у него представления о пространственном расположении платформы на основе внешних по отношению к бассейну ориентиров.* Подобная мысленная карта может быть более или менее точной, а определить, в какой степени животное помнит положение платформы, можно, переместив ее в новое положение. В этом случае время, которое животное проведет, плавая над старым местоположением платформы, будет *показателем прочности следа памяти.*

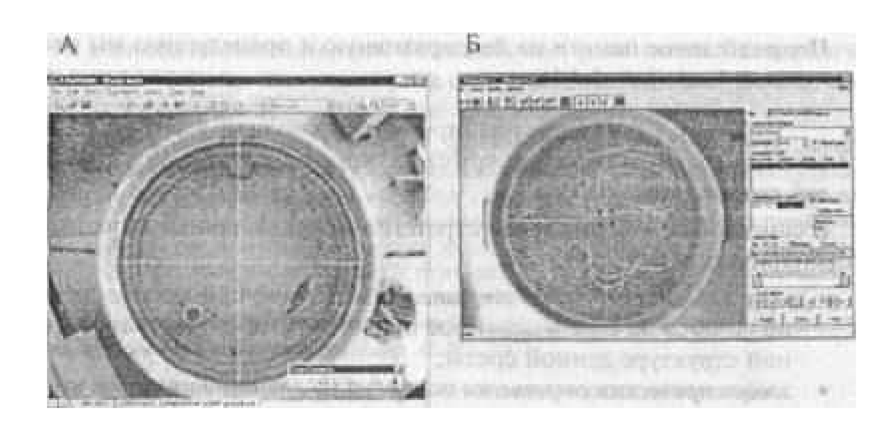


Рис. 3.12. Водный лабиринт Морриса.

А — проекция на экран монитора круглого бассейна с водой, плавая в котором животное отыскивает невидимую платформу; Б — траектория движений животного, зарегистрированная специальным устройством.

Создание специальных технических средств автоматизации эксперимента с водным лабиринтом (например, системы *Noldus)* и программного обеспечения для анализа результатов (например, Wolfer, Lipp, 1992) позволило использовать такие данные для точных количественных сравнений поведения животных в тесте. При этом можно оценивать:

♦ динамику формирования пространственного навыка;

♦ стратегии поведения животного в ходе опыта;

♦ обнаруживать слабые отличия в поведении, например у мышей-нокаутов (см. гл. 9).

Такие возможности делают водный тест Морриса важным инструментом не только для изучения когнитивных функций, но и для решения ряда вопросов современной нейрогенетики (см. гл. 9).

Исследование роли отдельных структур мозга в формировании навыка поиска пиши в радиальном и водном лабиринтах показало, что ключевую роль в этом процессе играет гиппокамп. Фармакологические воздействия, относительно избирательно повреждающие эту структуру, нарушают поведение крыс и мышей и в радиальном, и в водном лабиринте.

3.4.4. Обучение и память животных в ситуациях, приближенных к естественным.

Все большую роль в изучении когнитивных функций животных начинают играть работы, выполненные в естественных для вида или приближенных к ним условиях. Такой подход позволяет отбросить предположение, что в неадекватных лабораторных условиях способность животного к тому или иному виду обучения может проявиться не полностью (например, слишком тесные рукава лабиринта, нечеткие ориентиры, стресс при плавании). Ввиду этого поиск биологически адекватных моделей для изучения способностей к обучению и памяти составляет одну из актуальных задач современной нейробио-логии. Важную роль в разработке таких моделей играет знание видос-пецифического (инстинктивного) поведения животных.

Один из аспектов этих исследований — оценка пространственной памяти в естественной среде обитания.

Пищедобывательное поведение ряда видов птиц из семейств врано-вых *(Corvidae)* и синицевых *(Paridae)* характеризуется тем, что осенью они откладывают многочисленные небольшие запасы пищи, а зимой и весной точно находят их. Эту способность и исследуют в качестве *экологической модели пространственной памяти птиц.* В обоих семействах выраженность такого поведения имеет существенные межвидовые различия. Большинство видов врановых птиц (в том числе грачи, вороны, сороки, галки) делают запасы эпизодически, тогда как сойки и кедровки разных видов (и Нового, и Старого Света) запасают корм систематически. Зимой и весной они отыскивают свои запасы, причем проявляют при этом удивительную точность, которая свидетельствует о запоминании координат каждой из таких «кладовок». Создание запасов пищи и запоминание их пространственных координат входит *в обязательный видоспецифический репертуар поведения* указанных видов.

Изучение процесса запасания и отыскания пищи кедровками *(Nucifraga caryocatactes)* имеет длительную историю. Удивительная точность, с которой они отыскивают кладовки, была отмечена натуралистами еще в конце XIX в. В 60-е годы XX в. его впервые начали исследовать экспериментально.

Опыты были проведены в 1962—1963 годах на Телецком стационаре Биологического института СО АН СССР. В сезон плодоношения кедров в построенную прямо В тайге большую вольеру выпускали по очереди кедровок после небольшого периода голодания. Получив доступ к шишкам и утолив первый голод, птицы начинали рассовывать орехи под мох, корни кустарника, под стволы деревьев (по нескольку **штук** в каждую «кладовку»). Наблюдатели точно картировали расположение кладовок, а птиц затем удаляли из вольера на разные промежутки времени (от нескольких часов до нескольких дней).

По возвращении в вольеру все подопытные птицы (перед этим остававшиеся без корма в течение нескольких часов) безошибочно обнаружили подавляющее число *своих* кладовок, причем практически не трогали *чужих.* Кедровки действовали при этом целенаправленно и, по-видимому, совершенно точно помнили, где их запасы находятся.

Характер поведения кедровок полностью соответствовал тому, что наблюдали в естественных условиях орнитологи (Воробьев, 1982). Точность обнаружения кладовок кедровками нарушается при смещении внешних пространственных ориентиров (Крушинская, 1966). Это экспериментатьно подтверждало предположение зоологов о том, что эти птицы точно запоминают место каждой кладовки, а не ищут их наугад. Н. Л. Крушинская, занимавшаяся в 60-е годы исследованием ней-роморфологического субстрата обучения и памяти птиц, предположила, что способность запоминать местоположение кладовки можно рассматривать как модель для изучения механизмов пространственной памяти, и поставила цель проанализировать роль гиппокампа в его осуществлении. Как известно, мозг птиц по общему плану строения радикально отличается от мозга млекопитающих (см.: Обухов, 1999). Тем не менее опыты Н. Л. Крушинской на голубях, а позднее опыты Зиновьевой и Зориной (1976) на врановых и курах свидетельствовали о том, что гиппокамп у птиц, как и у млекопитающих, играет решающую роль в механизме памяти. После разрушения гиппокампа кедровки отыскивали кладовки лишь наугад (Крушинская, 1966). Таким образом, экспериментально было показано, что в основе способности птиц к отысканию спрятанного корма действительно лежит точная фиксация и хранение в памяти местоположения своих кладовок.

Описанные выше опыты стали практически *первым* исследованием ней-рофизиологческих механизмов поведения птиц в естественной среде обитания. Начиная с 70-х годов феномен пространственной памяти птиц интенсивно изучается в ряде лабораторий США, Канады и Англии. Исследования проводятся на колумбийских кедровках *(Nucifraga columbiana)* и нескольких видах американских соек, у которых тенденция к устройству кладовок выражена в разной степени (Balda, Kamil, 1992).

Способность к систематическому запасанию корма накладывает отпечаток на общую структурно-функциональную организацию мозга и поведения птиц. Прослеживаются следующие корреляции (подробнее см. обзоры: Clayton, Krebs, 1994, 1995; Shettleworth, 1995).

♦ У птиц тех видов, которые активно запасают корм, отношение объема гиппокампа к объему конечного мозга положительно коррелирует с выраженностью поведения запасания (Basil et al., 1996). *Чем большую роль в выживании вида играет использование запасенной осенью пищи, тем большим бывает относительный объем гиппокампа.*

♦ У врановых тех видов, которые систематически запасают корм, взаимодействия между полушариями мозга в процессе обработки зрительной информации и фиксации следов памяти организованы иначе, чем у незапасающих. Запасающие виды отличаются от незапасающих по степени межполушарной асимметрии зрительных функций. У первых система структур, связанных с правым глазом, обрабатывает информацию главным образом о специфических признаках предметов, тогда как «система левого глаза» передает информацию преимущественно о пространственных признаках среды. У незапасающих видов такое разделение выражено значительно в меньшей степени (Clayton, Krebs, 1994, 1995).

Существует прямая зависимость между выраженностью запасания у 5 видов

врановых (4 вида американских соек и колумбийской кедровки) и их способностью к некоторым видам обучения, включая радиальный лабиринт (Balda, Kamil, 1992; Shettleworth, 1995). Чем более важную роль в выживании вида играет способность создавать запасы корма, тем точнее птицы запоминают пространственные координаты кладовок и тем лучше решают аналогичные задачи в эксперименте.

Представляло интерес выяснить, какие характеристики событий, наряду с запоминанием пространственных координат, фиксируют птицы при устройстве запасов. Работы английской исследовательницы Н.Клэйтон показывают, что они запоминают более сложную информацию и могут ответить не только на вопрос, ***где*** спрятана пища, но также ***что*** спрятано и ***когда*** это произошло. В одном из экспериментов сойки запасали два вида корма: орехи и мучных червей. Оказалось, что при испытании через 4 часа они одинаково точно и активно находили оба вида запасов, тогда как через 104 часа искали только орехи и не подходили к кладовкам со «скоропортящимся продуктом». На основании этих и ряда подобных фактов такого рода когнитивную деятельность птиц можно рассматривать как проявление *«памяти на эпизоды».*

Птицы способны запоминать и хранить информацию не только о месте расположения запаса, но и о времени события, а также о пространственно-временных соотношениях.

Данные о том, что птицы помнят не только, где спрятано, но также что и когда спрятано (Clayton et al., 2000), представляются весьма актуальными, поскольку такой вид памяти *(episodic memory)* до недавнего времени считался прерогативой человека. Особый интерес вызывают исследования, в которых показано увеличение размеров гиппокампа у запасающих видов синиц в период устройства кладовок.

Пространственную память исследуют и у *почтовых голубей.* В этих экспериментах также учитывается биология изучаемого вида. Как известно, возвращение домой, в голубятню особенно четко выражено у голубей специальных пород, а опыт такой селекции восходит к достаточно далекому времени. Считается, что именно голуби приносили домой сообщения о победе спортсменов в периоды Олимпийских игр в Древней Греции.

Вопрос о том, в какой степени голубь, увезенный за сотни километров от дома, ориентируется по мысленной пространственной карте (Lipp, 1983), а в какой степени — по заученным ориентирам, насколько в этом участвуют обоняние (Papi et al., 1995) и восприятие магнитного поля, не имеет окончательного ответа (Bingman et al., 1995). Эти формы когнитивной деятельности голубей можно исследовать анатомо-физиологическими методами, например путем удаления некоторых структур мозга, в частности гиппокампа, а также с помощью фармакологических препаратов с известным типом действия. Формирование пространственных представлений у голубей при естественной навигации можно сопоставить с данными по их пространственному обучению в чисто лабораторных опытах.

3.4.5 Обучение «выбору по образцу».

«Выбор по образцу» — один из видов когнитивной деятельности, также основанный на формировании у животного внутренних представлений о среде. Однако в отличие от обучения в лабиринтах этот экспериментальный подход связан с обработкой информации не о пространственных признаках, а о соотношениях между стимулами — наличии сходства или отличия между ними.

Метод «выбора по образцу» был введен в начале XX в. Н. Н. Ладыгиной-Котс и с тех пор широко используется в психологии и физиологии. Он состоит в том, что животному демонстрируют стимул-образец и два или несколько стимулов для сопоставления с ним, подкрепляя выбор того, который соответствует образцу. Существует несколько вариантов «выбора по образцу»:

♦ выбор из двух стимулов — *альтернативный:*

♦ выбор из нескольких стимулов — *множественный;*

♦ *отставленный* выбор — подбор «пары» предъявленному стимулу животное производит в отсутствие образца, ориентируясь не на реальный стимул, а на его мысленный образ, на *представление* о нем.

Когда животное выбирает нужный стимул, оно получает подкрепление. После упрочения реакции стимулы начинают варьировать, проверяя, насколько прочно животное усвоило правила выбора. Следует подчеркнуть, что речь идет не о простой выработке ***связи*** между определенным стимулом и реакцией, а о процессе формирования ***правила*** выбора, основанного на *представлении о соотношении образца и одного из стимулов.*

Успешное решение задачи при отставленном выборе также заставляет рассматривать данный тест как способ оценки когнитивных функций мозга и использовать его для изучения свойств и механизмов памяти.

Используются в основном две разновидности этого метода:

♦ *выбор по признаку сходства* (соответствия) с образцом *(matching to sample);*

♦ *выбор по признаку отличия* (несоответствия) от образца *(oddity problem, non-matching to sample).*

Отдельно надо отметить так называемый ***символьный,*** или ***знаковый,*** выбор по образцу *(symbolic matching, arbitrary matching).* В этом случае животное обучают выбирать стимул А при предъявлении стимула X и стимул В — при предъявлении Y в качестве образца. При этом стимулы А и X, В и Y не должны иметь ничего общего между собой. В обучении по этой методике на первых порах существенную роль играют чисто ассоциативные процессы — *заучивание правила «если..., то...».*



Рис. 3.13. «Выбор по образцу». Опыт с шимпанзе (фото Н. Н. Ладыгиной-Котс).

Первоначально опыт ставился так: экспериментатор показывал обезьяне какой-либо предмет (образец), а она должна была выбрать такой же из других предлагаемых ей двух или более предметов (рис. 3.13). Затем на смену прямому контакту с животным, когда экспериментатор держал в руках стимул-образец и забирал из рук обезьяны выбранный ею стимул, пришли современные экспериментальные установки, в том числе и автоматизированные, полностью разделившие животное и экспериментатора. В последние годы для этой цели используют компьютеры с монитором, чувствительным к прикосновению, а правильно выбранный стимул автоматически перемещается по экрану и останавливается рядом с образцом.

Голубей и крыс обучают выбору по образцу в камере Скиннера (см. рис. 3.6). На диск, расположенный в центре, проецируется образец, на боковые диски — стимулы для сравнения. В качестве стимулов используется, как правило, подсвет дисков разными цветами. Животное осуществляет выбор путем клевания одного из боковых дисков (голубь) или нажатия на него мордой или лапой (крыса).

Иногда ошибочно считают, что обучение выбору по образцу — это то же самое, что выработка дифференцировочных УР. Однако это не так: при дифференцировке происходит только образование реакции на присутствующие в момент обучения стимулы.

При «выборе по образцу» основную роль играет мысленное представление об отсутствующем в момент выбора образце и выявление на его основе соотношения между образцом и одним из стимулов.

Метод обучения выбору по образцу наряду с выработкой диффе-ренцировок используется для выявления способности животных к обобщению (см. гл. 5).

3.4.6. Заучивание последовательностей стимулов.

Интерес к этой форме когнитивной деятельности животных возник в связи с обучением обезьян языкам-посредникам, при котором выяснилось, что шимпанзе могут составлять «фразы» из нескольких «слов»-жестов и понимать смысл обращенных к ним «высказываний» (см. гл. 6). Г. Террес (Terrace et al., 1977), один из авторов этих ранних работ, проанализировал структуру таких фраз и высказал гипотезу, что в основе подобного поведения лежит не истинное понимание правильного порядка слов в английском предложении, а более простая и, вероятно, более универсальная для животных способность запоминать длинные ряды («списки») стимулов.

Процесс запоминания цепей стимулов путем их разделения на подгруппы называется «делением на куски» *(«chunking»).* Террес подробно исследовал этот процесс на голубях и показал, что в основе такого запоминания лежит *не фиксация некоей последовательности стимулов и ответов,* как это предполагалось бы с позиций бихевиоризма и теории условных рефлексов (цепи УР). Эксперименты показали, что здесь происходит формирование *иерархически организованных внутренних представлений* о структуре такой последовательности, т.е. проявляется способность мысленно проанализировать ряд стимулов и запомнить их, разбивая такой ряд на отрезки, подобно тому, как человек запоминает номера телефонов группами по 3 цифры (Terrace, 1991; Terrace, Chien, 1991a, b).

Исследования Терреса позволяют понять, каким образом животные обрабатывают информацию о совокупностях, или цепях воспринимаемых стимулов, чтобы выполнить в ответ серию действий.

Предполагают, что внутренняя организация таких представлений осуществляется сходным образом у животных разного уровня организации. У голубей подобное обучение протекает так же, как у высших приматов, однако скорость обучения у них гораздо ниже, а последовательности, которые они в состоянии запомнить, менее сложные (D'Amato, Colombo, 1988).

3.4.7. Инсайт-обучение.

Термин «инсайт-обучение» (Thorpe, 1963) был введен в 60-е годы для описания ряда случаев сложных форм обучения, а также проявлений мышления, которые явно нельзя было отнести ни к одной из упомянутых выше простых категорий. Его использовали в случаях, когда решение задачи происходило слишком быстро для обычного обучения методом «проб и ошибок». К инсайт-обучению относили описанное В.Келером (1925; 1997) поведение шимпанзе, соединившего две палки, чтобы достать недоступное лакомство, а также опыты Н. Майера (Maier, 1929), в которых, как выражался автор, можно было тестировать способность крыс «к рассуждению» (см. 4.8). Однако согласно современным представлениям эти формы поведения относятся к проявлениям мышления, и они будут рассмотрены в следующих главах. В настоящее время термин «инсайт-обучение» употребляется все реже, уступая место конкретным определениям тех или иных форм обучения или рассудочной деятельности. Так, в 4-м и 5-м изданиях одного из самых известных учебников по поведению животных (Manning, Dawkins, *An Introduction in Animal Behavior,* 1992; 1998) появился раздел «Могут ли животные думать и осмысливать, планировать свои действия?» В нем авторы приводят ряд примеров разумных действий животных в природе (которые ранее они классифицировали как инсайт-обучение), а также описывают некоторые эксперименты, уделяя особое внимание необходимости строгого анализа и возможности использования «канона К. Л. Моргана» (см. 2.3) при трактовке подобных данных.

РЕЗЮМЕ.

Индивидуально-приспособительная деятельность животного и в эксперименте, и в естественных условиях представляет собой сплав способностей к ассоциативному обучению и когнитивным процессам разного уровня сложности. Не только в естественных условиях жизни, но и в спланированных экспериментах бывает трудно разделить ассоциативное обучение и когнитивные процессы. Тем не менее существуют экспериментальные подходы, позволяющие анализировать эти явления раздельно. О них будет рассказано в последующих главах книги.

1. Какие категории поведения относятся к основным типам индивидуально-приспособительной деятельности?

2. Каковы основные принципы учения о высшей нервной деятельности?

3. В чем сходство и отличие классических и инструментальных условных рефлексов?

4. Какие методы позволяют оценивать способность животных к обобщению?

5. Как исследуют формирование у животных пространственных представлений и в чем оно выражается?

6. Можно ли исследовать формирование пространственных представлений у

животных в естественных условиях?

Глава 4. ЭЛЕМЕНТАРНОЕ МЫШЛЕНИЕ, ИЛИ РАССУДОЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, ЖИВОТНЫХ: Основные понятия и методы изучения.

Основные экспериментальные данные о мышлении животных, о способности к экстренному решению новых задач, для которых у них нет «готового» решения. Анализ основных взглядов на природу мышления животных. Определение требований, которые необходимо соблюдать при планировании, проведении и обработке результатов экспериментов. Описание методик изучения рассудочной деятельности животных. Сопоставление экспериментов по орудийной деятельности и характеристик ее проявлений при жизни животных в естественных условиях. Краткие сравнительные характеристики решения элементарных логических задач животными разных таксономических групп. Обоснование необходимости комплексного разностороннего тестирования для получения полноценной характеристики уровня рассудочной деятельности вида.

История изучения проблемы элементарного мышления животных была кратко рассмотрена в гл. 2. Следующие разделы посвящены экспериментальному изучению этой формы когнитивной деятельности, которая по своим приспособительным функциям и механизмам отлична от инстинктов и способности к обучению.

4.1. Определения понятия «мышление животных».

В разд. 1.4 было приведено краткое описание структуры мышления человека и названы критерии, которым должен отвечать акт поведения животного, чтобы в нем можно было видеть участие процесса мышления. Напомним, что в качестве ключевого было выбрано определение А. Р. Лурия, согласно которому «акт мышления возникает только тогда, когда у субъекта существует соответствующий мотив, делающий задачу актуальной, а решение ее необходимым, **и** когда субъект оказывается в ситуации, относительно выхода из которой у него нет ***готового решения*** (курсив наш. — *Авт.)* — привычного (т.е. приобретенного в процессе обучения) или врожденного».

Иными словами, речь идет об актах поведения, программа которых должна создаваться *экстренно,* в соответствии с условиями задачи, и по своей природе не требует действий, представляющих собой пробы и ошибки.

Мышление человека — процесс многогранный, включающий и развитую до уровня символизации способность к обобщению и абстрагированию, и предвосхищение нового, и решение задач за счет экстренного анализа их условий и выявления лежащей в их основе закономерностей. В определениях, которые дают мышлению животных разные авторы, сходным образом отражаются всевозможные аспекты этого процесса, в зависимости от того, какие формы мышления выявляются теми или иными экспериментами.

Современные представления о мышлении животных складывались на протяжении всего XX столетия и во многом отражают использованные авторами исследований методические подходы. Интервал времени между некоторыми работами этого направления составил более полувека, поэтому их сопоставление позволяет проследить, как менялись взгляды на эту исключительно сложную форму высшей нервной деятельности.

У высокоорганизованных животных (приматов, дельфинов, врановых птиц) *мышление* не ограничивается способностью к решению отдельных задач, но представляет собой *системную функцию мозга,* которая проявляется при решении разнообразных тестов в эксперименте и в самых разных ситуациях в естественной среде обитания.

В структуру процесса мышления многие авторы включали способность как к экстренному решению тех или иных элементарных логических задач, так и к обобщению.

В. Келер (1925), впервые исследовавший проблему мышления животных в эксперименте (см. 2.6), пришел к выводу, что человекообразные обезьяны обладают интеллектом, который позволяет им решать некоторые проблемные ситуации не методом проб и ошибок, а за счет особого механизма — *«инсайта»* («проникновения» или «озарения»), т.е. за счет *понимания* связей между стимулами и событиями.

В основе инсайта лежит, по мнению В. Келера, тенденция воспринимать всю ситуацию в целом и благодаря этому принимать адекватное решение, а не только автоматически реагировать отдельными реакциями на отдельные стимулы.

Предложенный В. Келером термин «инсайт» вошел в литературу для обозначения случаев разумного постижения внутренней природы задачи. Этим термином активно пользуются и в настоящее время при исследовании поведения животных для обозначения внезапных решений ими новых задач, например при описании поведения обезьян, осваивающих амслен (гл. 6).

Современник и единомышленник В. Келера американский исследователь **Р. Йеркс** на основе разнообразных экспериментов с человекообразными обезьянами пришел к выводу, что в основе их когнитивной деятельности лежат *«иные процессы, нежели подкрепление и торможение.* Можно предполагать, что в скором времени эти процессы будут рассматриваться как предшественники символического мышления человека...» (курсив наш. — *Авт.).*

Наличие мышления у животных допускал **И. П. Павлов** (см. 2.7). Он оценивал этот процесс как «зачатки конкретного мышления, которым и мы орудуем», и подчеркивал, что его нельзя отождествлять с условными рефлексами. О мышлении, по мнению И. П. Павлова, можно говорить в случае, когда связываются два явления, которые в действительности постоянно связаны: «Это уже будет другой вид той же ассоциации, имеющей значение, может быть, не меньшее, а скорее большее, чем условные рефлексы — сигнальная связь».

Американский психолог **Н. Майер** (Maier, 1929) показал, что одна из разновидностей мышления животных — способность в новой ситуации реагировать адекватно за счет экстренной реорганизации ранее приобретенных навыков, т.е. за счет способности «спонтанно интегрировать изолированные элементы прошлого опыта, создавая *новую,* адекватную ситуации поведенческую реакцию» (см. также 2.8). К сходному представлению совершенно независимым путем пришел **Л. Г. Воронин** (1984), хотя в своих ранних работах он скептически относился к гипотезе о наличии у животных рассудочной деятельности. По мнению Л. Г. Воронина, наиболее сложный уровень аналитико-синтети-ческой деятельности мозга животных составляет способность комбинировать и перекомбинировать хранящиеся в памяти условные связи и системы из них. Эту способность он назвал *комбинационными УР* и рассматривал ее как основу для формирования образного, конкретного мышления (ниже рассмотрены современные методики изучения этой формы мышления — 4.8).

Н. Н. Ладыгина-Котс (1963) писала, что «обезьяны имеют элементарное

конкретное образное мышление (интеллект), способны к элементарной абстракции *(in concrete)* и обобщению. И эти черты приближают их психику к человеческой». При этом она подчеркивала, что «...их интеллект качественно, принципиально отличен от понятийного мышления человека, имеющего язык, оперирование словами как сигналами сигналов, системой кодов, в то время как звуки обезьян, хотя и чрезвычайно многообразны, но выражают лишь их эмоциональное состояние и не имеют направленного характера. Обезьяны, как и все другие животные, обладают лишь первой сигнальной системой действительности».

Способность к экстренному решению новых задач. Способность устанавливать ***«новые*** связи в ***новых*** ситуациях» составляет важное свойство мышления животных (Дембовский, 1963; 1997; Ладыгина-Котс, 1963; 1997; Рогинский, 1948).

Л. **В. Крушинский** (1986) исследовал эту способность как основу элементарного мышления животных.

Мышление, или рассудочная деятельность (по Крушинскому), — это «способность животного улавливать эмпирические законы, связывающие предметы и явления внешнего мира, и оперировать этими законами в новой для него ситуации для построения программы адаптивного поведенческого акта».

При этом Л. В. Крушинский имел в виду ситуации, когда у животного ***нет готовой программы*** решения, сформированной в результате обучения или обусловленной инстинктом.

Напомним, что это именно те особенности, которые отмечены в определении мышления человека, данном А. Р. Лурия (1966). В то же время, как подчеркивает Л. В. Крушинский, имеются в виду ситуации, выход из которых может быть найден не методом проб и ошибок, а именно логическим путем, на основе мысленного анализа условий задачи. По его терминологии, решение осуществляется на основе *«улавливания эмпирических законов, связывающих предметы и явления внешнего мира»* (см. 4.6).

Американский исследователь **Д. Рамбо,** анализирующий процесс символизации у антропоидов, подчеркивает когнитивную природу этого явления и рассматривает мышление животных как «адекватное поведение, основанное *на восприятии связей между предметами, на представлении об отсутствующих предметах, на скрытом оперировании символами»* (Rumbaugh, Pate, 1984) (курсив наш. — *Авт.).*

Другой американский исследователь, **Д. Примэк** (Premack, 1986) также приходит к выводу, что «языковые» способности шимпанзе (сложная форма коммуникативного поведения) связаны с «умственными процессами высшего порядка».

К таким процессам Примэк относит способности к сохранению «сети перцептивных образов-представлений, к использованию символов, а также к мысленной реорганизации представления о последовательности событий».

Не ограничиваясь обучением шимпанзе созданному им языку-посреднику (см. 2.9.2), Примэк разработал и в значительной степени осуществил комплексную программу изучения мышления животных. Он выделил следующие ситуации, которые надо исследовать, чтобы доказать наличие мышления у животных:

- ♦ решение задач, моделирующих естественные для животного ситуации *(«natural reasoning»);*
- ♦ построение аналогий *(«analogical reasoning»,* см. гл. 5);
- ♦ осуществление операций логического вывода *(«inferential reasoning»);*

♦ способность к самоосознанию.

Всестороннюю характеристику интеллекта животных дал в своей книге «Мыслящие антропоиды» американский исследователь Ричард Бирн (Byrne, 1998). По его мнению, в понятие «интеллект» включены способности особи:

♦ извлекать знания из взаимодействий со средой и сородичами;

♦ использовать эти знания для организации эффективного поведения как в знакомых, так и в новых обстоятельствах;

♦ прибегать к мышлению *(«thinking»),* рассуждению *(«reasoning»)* или планированию *(«planning»)* при возникновении задачи;

♦ осуществлять любые формы соединения *отдельных фрагментов знаний для создания программы нового действия* (см. 4.8).

Способность к обобщению и абстрагированию и формированию довербальных понятий. Это еще одно важнейшее проявление зачатков мышления животных (Koehler, 1956; Ладыгина-Котс, 1963; Mackintosh, 1988; и др.). Как указывает Фирсов (1987; 1993), возможно, именно эта форма высшей нервной деятельности составляет первооснову других, выше перечисленных проявлений мышления. Л. А. Фирсов дает следующее определение данной способности:

«Способность к обобщению и абстрагированию — это умение животного в процессе обучения и приобретения опыта выделять и фиксировать относительно устойчивые, инвариантные свойства предметов и их отношений».

Способность предвидеть результаты собственных действий. Ряд авторов, исследовавших разумные элементы в целостном поведении животных в естественных или близких к ним условиях, особо отмечает еще и этот вид высшей нервной деятельности, а также *способность к «активному оперированию следовыми образами и планированию действий»* (Панов, 1983; Фирсов, 1987; Visalberghi, Fragaszy, 1997; Byrne, 1998; см. также гл. 5).

Так, всестороннее знание поведения в естественной среде обитания привело этолога Дж. **Гудолл** (1992) к уверенности в том, что шимпанзе обладают зачатками мышления, которые проявляются в разнообразных формах и многих ситуациях. Она пользуется таким определением мышления:

«Умение планировать, предвидеть, способность выделять промежуточные цели и искать пути их достижения, вычленять существенные моменты данной проблемы — вот в сжатом виде суть рассудочного поведения».

«Социальное сознание». Это особая грань процесса мышления животных *(social cognition),* которая проявляется в способности учитывать поведение сородичей — совершаемые ими действия и их последствия. Примэк и Вудраф (Premack, Woodruff, 1978) первыми начали систематическое изучение способности шимпанзе к отвлеченной оценке мысленных состояний других особей и прогнозированию на этой основе их намерений. Эту сторону интеллекта животных Примэк назвал *«theory of mind»,* подчеркивая прежде всего ее отвлеченный характер (см. также: Povinelly et al., 1989; 1992; 1995 и гл. 7). Это наиболее сложное и трудно выявляемое свойство разума высших позвоночных.

Мышление животных обеспечивает (теми или иными способами) способность сразу же адекватно реагировать на новую ситуацию, для которой нет ранее подготовленного решения (см. гл. 7у.

Рассмотрим теперь те конкретные эксперименты, в которых можно выявлять различные формы довербального мышления животных, исследовать их природу и

выяснить, в какой мере они представлены у животных разных систематических групп.

4.2. Основные направления изучения элементов мышления у животных. Экспериментальные модели.

Для экспериментального изучения зачатков мышления животных используются достаточно многочисленные и разнообразные по своей природе тесты. Часть из них в той или иной степени воссоздает проблемные ситуации, которые могут возникать в естественной среде обитания. Их решение основано на способности животного оперировать так называемыми *«эмпирическими законами»,* т.е. естественно присущими среде физическими закономерностями (см. 4.6.1). Наряду с ними в экспериментах используются задачи, логическая структура которых задается произвольно и которые не имеют аналогов в природной среде (например, тест Ревеша—Крушинского, см. 4.7).

Исследования способности животных к решению новых задач в новых, экстренно возникших ситуациях, для выхода из которых у них нет «готового решения» и которые могут быть решены «за счет улавливания связей и соотношений между предметами и явлениями», за счет «активного овладения закономерностями окружающей среды» при первом же предъявлении. Такой тип задач использовали В. Келер (см. 4.5), Л. В. Крушинский (см. 4.6), отчасти Л. А. Фирсов (1977), Е. Мен-зел (Menzel, 1979), Д. Гиллан (Gillan, 1981) и др. Следует подчеркнуть, что во всех случаях возможно логическое решение задачи на основе мысленного анализа ее условий, т.к. по своей природе она не требует предварительных «проб и ошибок». Л. В. Крушинский называл их ***«элементарными логическими задачами».*** Они представляют собой альтернативу ситуациям, где нужный результат не может быть достигнут иначе, чем методом проб и ошибок на основе повторения, совпадения, подкрепления стимулов и/или реакций.

Способность животных решать задачи за счет переноса ранее выработанной реакции на новые стимулы (или наборы стимулов) и в новые ситуации. В основе этого типа элементарного мышления лежит функция *обобщения,* т.е. способность в процессе обучения *выделять признаки, общие для ряда стимулов,* или выявлять закономерности, лежащие в основе решения ряда однотипных задач.

Часть тестов в той или иной степени была заимствована из арсенала методов *психологии человека* и модифицирована для опытов на животных:

- ♦ оценка способности к операциям логического вывода;
- ♦ оценка способности к построению аналогий (см. гл. 5).

В тех случаях, когда животным предъявляют задачи, решение которых у человека связано с функцией второй сигнальной системы, их необходимо преобразовать в невербальную форму. Примером такого преобразования может служить тест на *транзитивное заключение,* предложенный американским исследователем Д. Гилланом (Gillan, 1981). Этот тест был разработан для опытов на шимпанзе, но оказалось, что его можно с успехом использовать для ворон и голубей.

Очевидно, сам по себе факт решения подобного теста не означает, что животные и человек решают его с помощью одних механизмов. Поэтому (как и следует по «канону К. Л. Моргана», см. 2.3) необходимо особенно тщательно проанализировать, действительно ли в основе решения лежит предполагаемая экспериментатором логическая операция или животные используют более простой механизм, например

ассоциативное обучение.

Применение «канона К. Л. Моргана» — обязательный этап анализа способности животных к мышлению.

В основе большинства элементарных логических тестов, используемых для оценки рассудочной деятельности, лежат проблемные ситуации, связанные с добыванием пищи. В одних случаях животное все время видит приманку, которая отделена от него какой-либо преградой или расстоянием (см. 4.5), в других она тем или иным способом исчезает из поля зрения (см. 4.6).

Если животное без специального обучения, без проб и ошибок, при первом же предъявлении «изобретает» способ достижения приманки, такое решение рассматривают как проявление мышления.

Следует подчеркнуть, что во втором типе задач, когда приманка исчезает из поля зрения, животное должно руководствоваться при решении не ее непосредственным воздействием на органы чувств, а ее *«мысленным образом».* Такое решение еще раз свидетельствует о когнитивной природе этих явлений.

Исследование мышления животных базируется в основном на анализе таких способностей, как:

- оценка количественных параметров среды, т.е. *«счет»* (см. гл. 5);
- орудийная деятельность (см. ниже);
- освоение языков-посредников (см. гл. 6).

4.3. Каким требованиям должны удовлетворять тесты на рассудочную деятельность.

Как же нужно проводить эксперимент, чтобы быть уверенным, что он выявляет именно способность к разумному решению задачи, а не какие-то другие когнитивные функции? Прежде чем переходить непосредственно к описанию методик экспериментов, рассмотрим некоторые общие требования, которым они должны удовлетворять.

В противоположность первым, в значительной мере описательным работам, например опытам В. Келера (см. 4.5), которые к тому же могли быть проведены главным образом на приматах, в настоящее время существует ряд универсальных тестов, применимых для животных разных видов. Благодаря структуре такого теста животное может решить его при первом же предъявлении, а результат выражается в форме *«да или нет»,* доступен объективной регистрации, количественной оценке и статистической обработке.

Результаты первых предъявлений теста. Как правило, они считаются наиболее информативными для оценки уровня рассудочной деятельности животного. Если же тест необходимо повторить, то для того, чтобы при этом он оставался, согласно определению, *«новым тестом в новой ситуации»,* используются специальные приемы (см. 4.6).

Право- и левостороннее предъявления подкрепляемого стимула при повторении опыта на одном и том же животном чередуются в квазислучайном порядке, чтобы предотвратить формирование предпочтение выбора стимула только с одной из сторон. Для этого часто используют стандартные фрагменты последовательности случайных чисел, выбранные так, чтобы в каждых 10 опытах число предъявлений стимула с обеих сторон было одинаково и не превышало двух

или трех повторений подряд. Например: *Л-Пр-Л-Л-Пр-Пр-Л-Пр-Пр-Л* или *Пр-Л-Пр-Л-Пр-Пр-Л-Л-Пр-Л.*

Соблюдение общих принципов физиологической и экологической адекватности условий эксперимента — это необходимое требование ко всем тестам на рассудочную деятельность. Его выполнение способствует уверенности в том, что полученная в эксперименте характеристика отражает способность именно к экстренному логическому решению, а не какие-то другие особенности поведения (Дашевский, 1979; Дьюсбери, 1981).

Специфику сенсорных, двигательных и мотивационных особенностей животного необходимо учитывать для обеспечения адекватности тестов на рассудочную деятельность. Действительно, невозможно себе представить, чтобы голубь при доставании корма воспользовался орудием или чтобы животное, обладающее тонким обонянием, не использовало запаховые подсказки, а руководствовалось только зрительной информацией о направлении движения корма. При решении задач, связанных с анализом разного рода зрительной информации, необходимо убедиться, что животные обладают достаточно развитым зрением. Например, животные с ограниченными возможностями восприятия цветов могут не справиться с задачей, где требуется тонкое их различение, но это не значит, что у них отсутствует изучаемая когнитивная функция. Или другой пример: специальные опыты показали, что хищные млекопитающие обладают достаточно развитой бинокулярностью зрения. Это позволило утверждать, что их неспособность к решению задачи на оперирование эмпирической размерностью фигур не может быть отнесена за счет этого рода сенсорного дефицита и связана, по-видимому, с другими механизмами (Дашевс-кий, 1979; см. 4.6.3).

Подобным же образом были проанализированы когнитивные способности голубей, чтобы объяснить отсутствие у них способности к экстраполяции направления движения пищевого раздражителя, исчезающего из поля зрения (см. 4.6.2). Оказалось, что голуби способны к достаточно тонкому восприятию и анализу движущихся стимулов и после многих сочетаний могут научиться успешно прослеживать движение точки на экране (Rilling, Neiworth, 1987). Из этого следует, что их неспособность к экстраполяции направления движения пищевого стимула в новой ситуации также не связана с сенсорным дефицитом.

«Отказы» от решения. Помимо правильных и неправильных ответов при решении теста могут наблюдаться случаи, когда животное вообще не совершает никакой реакции — ни правильной, ни ошибочной. Одной из причин этого может быть неспособность осуществить нужную реакцию из-за ограниченности его двигательных или манипуляционных возможностей. Например, бесполезно предлагать собаке доставать приманку палкой или ждать, когда она будет что-то сооружать из ящиков, поскольку ей заведомо недоступны манипуляции такого рода. Еще одной причиной таких «отказов» может быть боязнь обстановки опыта. Очевидно, что эксперименты с таким животным следует отложить до полного угашения у него страха и тревоги.

Размеры экспериментальной установки. При тестировании способности к экстраполяции необходимо учесть, что животные разных видов существенно различаются по своим размерам и это может повлиять на результаты решения. Этого можно попытаться избежать, подобрав размеры установки так, чтобы животное «не заблудилось» в слишком большой для него камере, направляясь к передвигающейся за ширмой приманке (см. 4.6.2). Именно поэтому хищных млекопитающих тестировали с помощью ширмы длиной около 3 м и высотой около 1 м, расположенной в комнате площадью 25 кв. м, а мышей — в камере размером 24 х 15

х 15 см (см. рис. 4.12).

Мотивационное состояние животного. Для получения адекватной оценки способности к рассудочной деятельности у тестируемого животного необходимо создавать соответствующее мотивационное состояние. Как правило, опыты проводят на голодных животных при пищевом подкреплении, причем желательно подбирать наиболее привлекательную для каждой особи приманку. По мере привыкания к обстановке опыта уровень пищевой депривации можно ослабить.

Вопрос о том, какая степень голодания допустима в таких экспериментах, до недавнего времени решался чисто эмпирически. Однако в зарубежных лабораториях установлены ***правила обращения с лабораторными животными,*** которые предусматривают, в частности, что они должны сохранять не менее 80% нормального веса. Это правило входит в кодекс этических принципов Американской психологической ассоциации (см.: Animal Behaviour. 1991. V. 41. P. 183—186).

В то же время при работе с высшими млекопитающими более целесообразным может быть использование не пищевой мотивации, а стремления к игре и исследованию окружающей среды. В частности, чтобы дельфины решали задачу на оперирование эмпирической размерностью фигур, в качестве приманки использовали не пищу, а мяч (Кру-шинский и др., 1972). Большинство экспериментов по обучению шимпанзе языкам-посредникам (см. гл. 6) проводится без пищевого подкрепления, а за счет удовлетворения их любознательности. В некоторых опытах подкреплением им служит возможность посмотреть видеофильм.

Убедительный пример влияния мотивации на характер решения теста на рассудочную деятельность получен в работе А. Ф. Семиохиной и С. И. Забелина (1978). По их данным, белые лабораторные крысы проявили способность к экстраполяции направления движения, если объектом поиска был рычаг, с помощью которого включалось электрическое раздражение ряда структур мозга (самостимуляция), тогда как задачу на экстраполяцию направления движения пищевой приманки они практически не решали.

Видоспецифические особенности поведения могут быть одним из возможных объяснений удачного решения того или иного теста. Например, различия в результатах решения задачи на экстраполяцию направления движения пищевого раздражителя могут быть объяснены тем, что одни животные в естественных условиях питаются движущейся добычей, в то время как кормом для других служат неподвижные объекты. Для того, чтобы убедиться в том, что успешное решение не есть следствие особенностей поведения, связанных с экологией вида, например с пищевой специализацией, для оценки уровня его рассудочной деятельности целесообразно применять комплекс различных тестов, в том числе и таких, решение которых не зависит от способа питания (см. гл. 8). Опыты должны проводиться так, чтобы животные с сильно развитым обонянием (грызуны, собаки) не могли использовать при решении тестов запаховые метки. Для этого надо промывать камеру после каждой пробы, не закладывать приманку в объекты, где ее можно найти по запаху, уравновешивать запахи в разных точках камеры.

Предотвращение невольных «подсказок» экспериментатора составляет особенно важный момент при планировании экспериментальной процедуры. Такая опасность была очень убедительно продемонстрирована в истории «умного Ганса» (см. 3.2.2.3). Речь идет о тех неосознаваемых идеомоторных движениях, которые может непроизвольно совершать экспериментатор, когда животное приближается, например, к «правильному» стимулу. Чтобы избежать этого, применяют «слепой» контроль, когда проводящий опыт человек не знает, какие реакции правильны. Кроме того, тенденция большинства современных методик состоит в том, что подача

стимулов и регистрация реакций животного производится автоматически, с помощью компьютерных программ.

Для получения достоверных результатов при проведении когнитивных тестов необходимо соблюдать целый набор условий. Повторим их кратко:

♦ возможность оценить выполнение теста при первом предъявлении;

♦ обеспечение «новизны» стимулов при повторных предъявлениях задачи;

♦ соответствие условий эксперимента сенсорным, манипуляционным и локомоторным возможностям животных данного вида;

♦ оценка экологических и этологических особенностей данного вида;

♦ создание у животного мотивации, побуждающей его решать задачу;

♦ устранение таких признаков, которые животное могло бы использовать при решении (обонятельные, пространственные и другие стимулы-«подсказки»);

♦ предотвращение невольных «подсказок» экспериментатора.

Другие требования, которые необходимо учитывать при организации экспериментов, мы рассмотрим ниже, при описании используемых в подобных опытах методик. Дополнительно в соответствующих разделах будут рассмотрены некоторые условия, также необходимые для создания физиологической и экологической адекватности тестов на рассудочную деятельность.

4.4. Классификация тестов, применяемых для изучения рассудочной деятельности (мышления) животных.

К настоящему времени накоплены разнообразные и многочисленные, но разрозненные данные о мышлении животных. Они получены в разных лабораториях, с помощью весьма разнообразных тестов. Единая классификация таких тестов, основанная на особенностях разных аспектов мышления животных, практически отсутствует. Для восполнения этого пробела ниже приведена классификация существующих ныне тестов для изучения мышления животных (Зорина, 1997), которой мы в дальнейшем будем пользоваться.

I. Улавливание принципа, лежащего в основе задачи, с правильным ответом в первой пробе

1. *Достижение приманки, находящейся в поле зрения, но недоступной:* 1) преодоление преграды или выбор обходного пути:	2. *Поиск приманки, исчезающей из поля зрения:* 1) экстраполяция направления движения пищевого стимула;	3. *Экстренное выявление дискретного изменения положения (перемещения) приманки в ряду позиций:* тест Ревеша—Крушинского
2) достижение приманки с помощью орудий	2) оперирование пространственно-геометрическими признаками	

II. Реорганизация ранее усвоенных независимых навыков

1. Выбор нового пути в лабиринте:	2. «Сотрудничеств» при добываниии корма:	3. Выбор стимула, ранее связанного	4. «Доставание банана» голубями
1) отыскание пути в трехлучевом лабиринте: 2) выбор короткого пути в лабиринте	**1)** наблюдения в природе; 2) совместные манипуляции для добычи приманки	с большим количеством подкрепления	

III. Выявление общего алгоритма

1. Последовательные переделки сигнального значения стимулов при УР-дифференцировке	2. Формирование установки на обучение

IV. Обобщение и абстрагирование

1. Обобщение абсолютных признаков	2. Обобщение относительных признаков	3. Формирование «естественных» понятий	4. Формирование довербальных понятий	5. Использование символов

У. Операции логического вывода

1. *Построение аналогий*	*2. Транзитивное заключение*

VI. «Социальное сознание» (Social Cognition)

1. Самоузнавание в зеркале	2. «Перемена ролей»	3. Преднамеренный обман

В этой главе приводятся наиболее известные методы изучения тех форм рассудочной деятельности животных, которые связаны с экстренным улавливанием принципа задачи (!) и экстренной реорганизацией независимых навыков (И). Решение на основе выявления общего алгоритма при многократном предъявлении серии однотипных задач **(III)** были рассмотрены в гл. 3, а проблемам обобщения и абстрагирования (IV) посвящена гл. 5.

4.5. Способность к достижению приманки, находящейся в поле зрения.

С помощью задач этого типа началось непосредственное экспериментальное исследование зачатков мышления животных. Впервые их использовал В. Келер (1930) в своих ставших классическими опытах (см. 2.6), где создаются разнообразные проблемные ситуации, в большей или меньшей степени новые для животных, а их структура позволяет *решать задачи экстренно, на основе анализа ситуации, без предварительных проб и ошибок.*

Задачи, применявшиеся В. Келером, можно расположить в порядке возрастания их сложности и разной вероятности использования предшествующего опыта. Рассмотрим наиболее важные из них.

Опыт с корзиной. Это относительно простая задача, для которой, по-видимому, существуют аналоги в естественных условиях. Корзину подвешивали под крышей вольеры и раскачивали с помощью веревки. Лежащий в ней банан невозможно было достать иначе, чем взобравшись на стропила вольеры в определенном месте и поймав качающуюся корзину. Шимпанзе легко решали задачу, однако это нельзя с Полной уверенностью расценивать как экстренно возникшее новое разумное решение, так как не исключено, что с похожей задачей они могли сталкиваться ранее и имели опыт поведения в подобной ситуации.

Задачи, описанные в следующих разделах, представляют собой наиболее известные и удачные попытки создания животному проблемных ситуаций, для выхода из которых у него *нет готового решения,* но которые *можно решить* без предварительных проб и ошибок.

4.5.1. Достижение приманки с помощью орудий.

В. Келер предлагал своим обезьянам несколько задач, решение которых было возможно только при использовании *орудий,* т.е. посторонних предметов, расширяющих физические возможности животного, в частности «компенсирующих» недостаточную длину конечностей (см. рис. 4.1).

Подтягивание приманки за нити. В первом варианте задачи лежащую за решеткой приманку можно было получить, подтягивая за привязанные к ней нити (рис. 4.2А). Эта задача, как выяснилось впоследствии, оказалась доступной не только шимпанзе, но также низшим обезьянам и некоторым птицам. Более сложный вариант этой задачи был предложен шимпанзе в опытах Г. З. Рогинского (1948), когда приманку надо было подтягивать за два конца тесемки одновременно. С такой задачей шимпанзе в его опытах не справились (рис. 4.2Б).

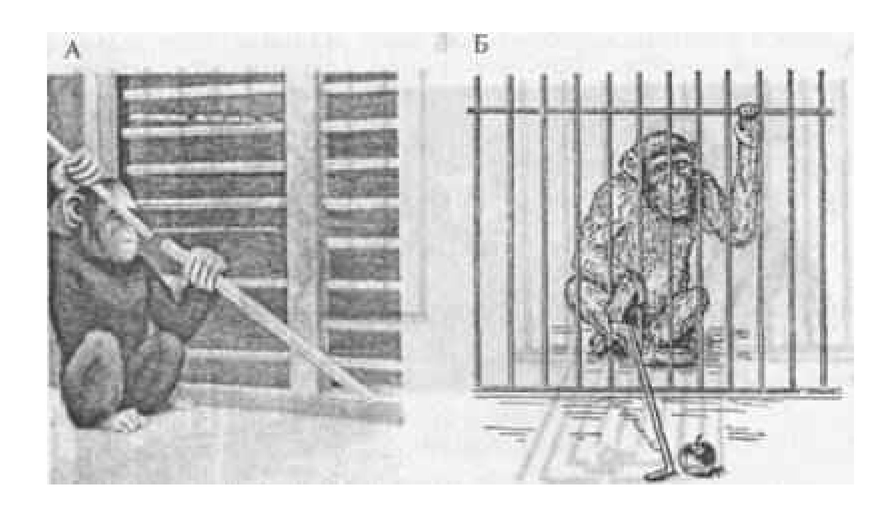


Рис. 4.1. Изготовление орудия шимпанзе: соединение двух палок (А). С помощью новой палки большей длины приманку достать можно (Б) (опыты В. Келера).

Представители приматов разного уровня развития решают данную задачу с разной степенью успешности, в особенности когда тесемка уложена сложным образом (рис. 4.2В) (Rumbaugh et al., 2000).

Использование палок. Более распространен другой вариант задачи, когда банан, находящийся за клеткой вне пределов досягаемости, можно было достать только с помощью палки. Шимпанзе успешно решали **и** эту задачу. Если палка находилась рядом, они брались за нее практически сразу, если в стороне — решение требовало некоторого времени на раздумье. Наряду с палками шимпанзе могли использовать для достижения цели и другие предметы.

В. Келер обнаружил многообразные способы обращения обезьян с предметами как в условиях эксперимента, так и в повседневной жизни. Обезьяны, например, могли использовать палку в качестве шеста при прыжке за бананом (рис. 4.3А), в качестве рычага для открывания крышек, как лопату, при обороне и нападении; для очистки шерсти от грязи; для выуживания термитов из термитника и т.п.

Орудийная деятельность шимпанзе. Наблюдения В. Келера за орудийной деятельностью шимпанзе дали начало особому направлению в изучении поведения. Дело в том, что использование животными орудий представлялось наиболее очевидной демонстрацией наличия у них элементов мышления как способности в новой ситуации принимать адекватное решение экстренно, без предварительных проб и ошибок. Впоследствии орудийную деятельность в разных ситуациях (не только в эксперименте) обнаружили и у других видов млекопитающих: у обезьян разных видов (Дерягина, 1986; Ладыгина-Котс, 1959), у птиц (Фабри, 1980; Jones, Kamil, 1973; Hunt, 1996).

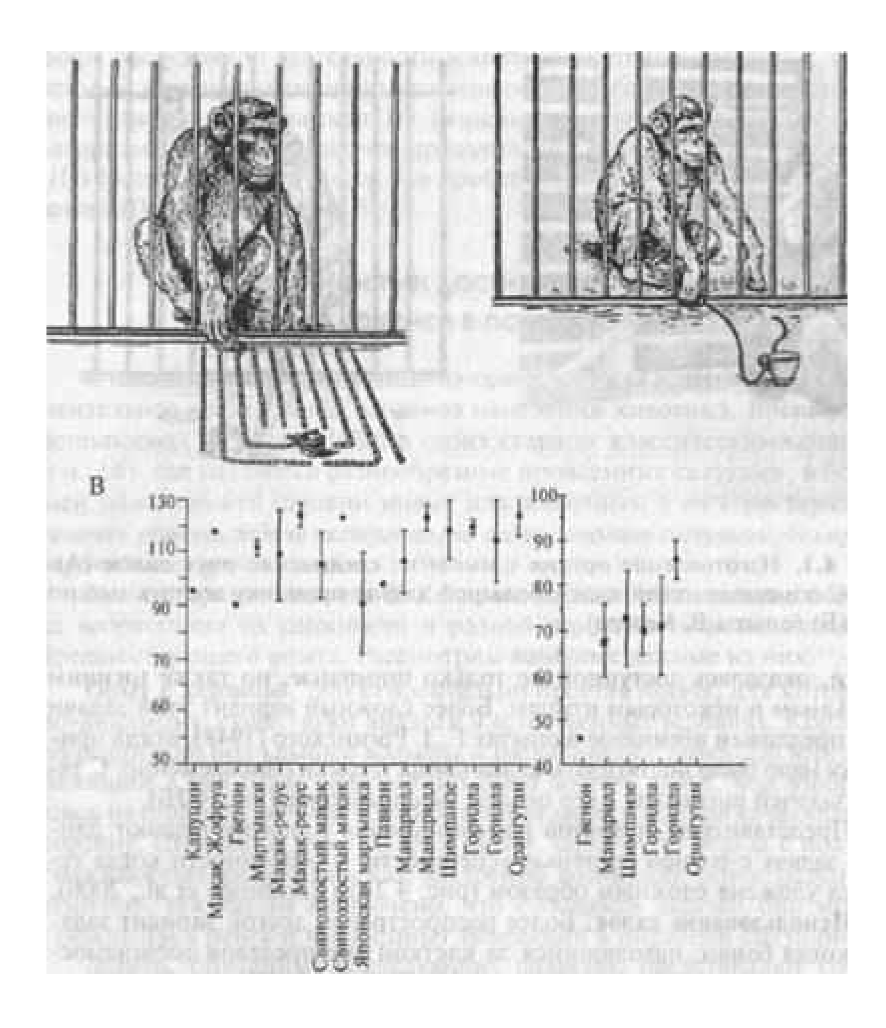


Рис. 4.2. Добывание приманки с помощью тесемки.

А — шимпанзе выбирает и подтягивает тесемку, привязанную к приманке (см. текст); Б — подтягивание приманки сразу за два конца тесемки были для шимпанзе недоступной задачей (опыты Г. 3. Рогинского); В — график, который демонстрирует успешность решения «задачи с тесемкой» обезьянами разных видов: слева — простой вариант задачи, когда тесемка располагалась по прямой; справа — усложненный вариант, когда тесемка была расположена в виде ломаной линии.

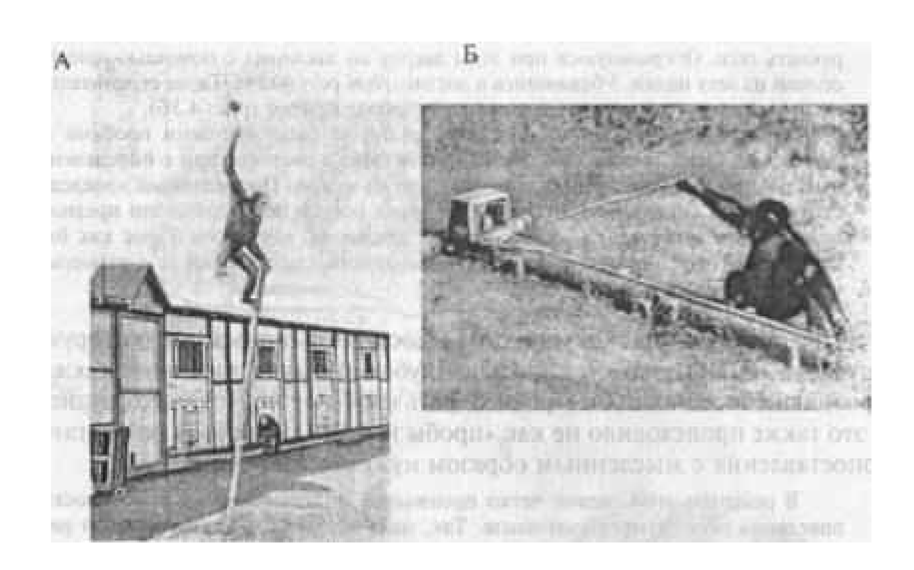


Рис. 4.3. Использование орудий шимпанзе.

А — шимпанзе применяет палку в качестве шеста, встав на который можно дотянуться до приманки (опыты В. Келера); Б - молодой шимпанзе Тарас (опыты Л. А. Фирсова) сообразил, как «заклинить» крышку с помощью палки, чтобы достать лакомство (см. текст).

Изучение орудийной деятельности составило один из фрагментов того комплексного исследования ВНД и поведения антропоидов, которое проводил Л. А. Фирсов (см. 2.7). В его работах приведены многочисленные наблюдения за орудийной деятельностью приматов в лаборатории и в условиях, приближенных к естественным. В течение нескольких сезонов группы обезьян (шимпанзе, а затем макак) выпускали на небольшой озерный остров в Псковской области.

Для проверки способности шимпанзе к использованию природных объектов в качестве орудий был разработан специальный аппарат. Он представлял собой прозрачный ящик, внутрь которого помещали приманку. Чтобы получить ее, нужно было потянуть за рукоятку тяги, достаточно удаленную от аппарата. Проблема состояла в том, что как только животное отпускало рукоятку, дверца аппарата захлопывалась. При этом тяга была слишком длинной и обеих рук шимпанзе было недостаточно, чтобы, держась за рукоятку, одновременно дотянуться до баночки с компотом. Молодой самец Тарас справился с этой задачей. После безуспешных попыток решить задачу «в лоб» он отошел в сторону ближайших кустов. По дороге он поднял небольшую хворостину и тут же ее бросил, через несколько секунд

потянулся к сухим веткам ольхи, отломил короткую тонкую веточку, но бросил и ее. После этого Тарас выломал довольно длинную и прочную хворостину и с нею вернулся к аппарату. Не делая никаких лишних (поисковых или пробных) движений, он с силой потянул зарукоять тяги. Открывшуюся при этом дверцу он заклинил с помощью принесенной из лесу палки. Убедившись в достигнутом результате, Тарас стремительно бросился к аппарату, открыл дверцу и забрал компот (рис. 4.3Б).

Характерно, что поиски нужного орудия не были слепыми пробами и ошибками: было похоже, что обезьяна действует в соответствии с определенным планом, хорошо представляя себе, что ей нужно. Проведенный впоследствии анализ кинокадров, отснятых во время опыта, подтвердил это предположение, так как пленка зафиксировала движения, которыми Тарас как бы «примерял» необходимую длину будущего орудия, сопоставляя ее с размерами собственного тела.

При добывании видимой, но недоступной приманки, которую опускали на дно узкой и довольно глубокой ямки, шимпанзе также проявили способность быстро выбирать наиболее подходящее орудие, и это также происходило не как «пробы наугад», а как бы в результате сопоставления с мысленным образом нужного им орудия.

В решении этой задачи четко проявились индивидуальные особенности поведения всех четырех шимпанзе. Так, одна обезьяна (Сильва) каждый раз особым образом готовила себе орудия. Она пригибала какой-нибудь куст, отламывала или откусывала от него несколько веток и возвращалась к ямке. Там она принималась за окончательную подготовку орудий: делила ветки на короткие кусочки, очищала от листьев, а иногда и от коры. Из этих заготовок она выбирала одну, остальные бросала и принималась за дело. Если выбор палочки оказывался неудачным, она снова отправлялась к кусту, и все повторялось в том же порядке. Другие обезьяны в этих целях использовали случайно подобранные предметы.

Особо надо подчеркнуть, что ни в этих опытах Л. А. Фирсова, ни в похожих случаях шимпанзе не сохраняли удачного орудия. Отметим, что Дж. Гудолл наблюдала противоположное явление: шимпанзе носили с собой (по крайней мере, в течение целого дня) «приглянувшееся» им орудие (Гудолл, 1992).

Извлечение приманки из трубы (опыт Р. Йеркса). Эта методика существует в разных вариантах. В наиболее простом случае, как это было в опытах Р. Йеркса, приманку прятали в большой железной трубе или в сквозном узком длинном ящике (170 x 10 x 10 см), а в качестве орудий животному предлагались шесты (170 x 4 x 4 см). Оказалось, что такую задачу успешно решают не только шимпанзе, но и горилла, и орангутан (Yerkes, 1943, см. рис. 4.4).

Палка (или другое орудие) в руках шимпанзе зачастую служит не только для добывания корма, но и в других целях (рис. 4.5).

Применение палок в качестве орудий — результат не случайных манипуляций, а осознанный и целенаправленный акт.

Конструктивная деятельность обезьян. При анализе способности шимпанзе применять орудия В. Келер обратил внимание, что помимо использования готовых палок они *изготавливали орудия:* например, отламывали железный прут от подставки для обуви, сгибали пучки соломы, выпрямляли проволоку, соединяли короткие палки (рис. 4.1), если банан находился слишком далеко, или укорачивали палку, если она была слишком длинна.



Рис. 4.4. Горилла выталкивает палкой плод из трубы (опыт Р. Йсркса).

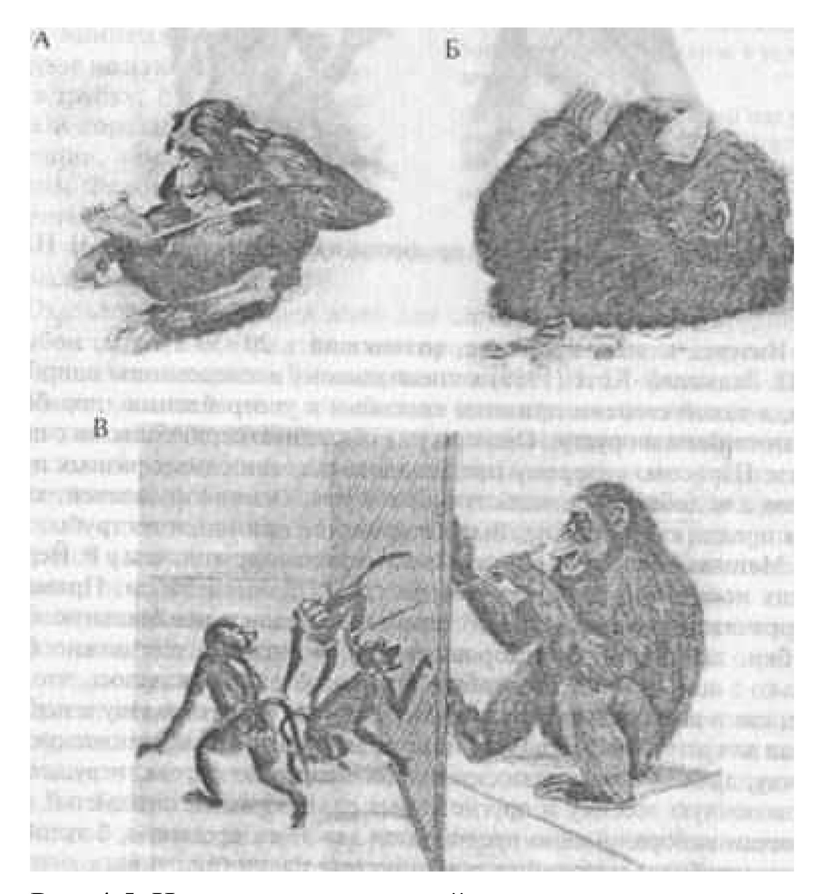


Рис. 4.5. Использование орудий.

А - «обследование» ноги с помощью палочки; Б - вытирание носа папиросной бумагой; В - шимпанзе дразнит мартышек палкой (из работы Н. Н. Ладыгиной-Котс, 1959)

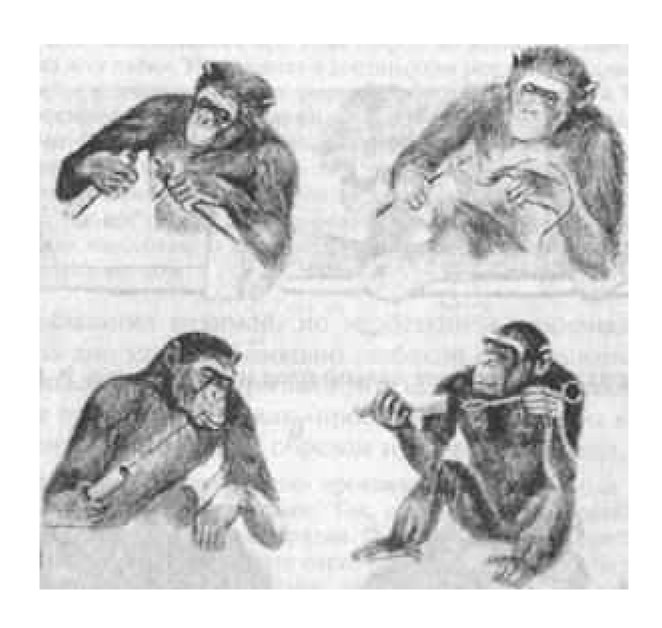


Рис. 4.6. Использование разных предметов в качестве орудий (по Н. Н. Ладыгиной-Котс, 1959).

Интерес к этой проблеме, возникший в 20—ЗО-е годы, побудил Н. Н. Ладыгину-Котс (1959) к специальному исследованию вопроса о том, в какой степени приматы способны к употреблению, доработке и изготовлению орудий. Она провела обширную серию опытов с шимпанзе Парисом, которому предлагались десятки самых разных предметов для добывания недоступного корма. Основной задачей, которую предлагали обезьяне, было извлечение приманки из трубы.

Методика опытов с Парисом была несколько другой, чем у Р. Йеркса: в них использовали непрозрачную трубку длиной 20 см. Приманку заворачивали в ткань, и этот сверток помещали в центральную часть трубки, так что он был хорошо виден, но достать его можно было только с помощью какого-нибудь приспособления. Оказалось, что Парис, как и антропоиды в опытах Йеркса, смог решить задачу и исполь-зов&t для этого любые подходящие орудия (ложку, узкую плоскую дощечку, лучину, узкую полоску толстого картона, пестик, игрушечную проволочную лесенку и другие самые разнообразные предметы). При наличии выбора он явно предпочитал для этого предметы, бльшие по длине или более массивные тяжеловесные палки (рис. 4.6).

Наряду с этим выяснилось, что шимпанзе обладает довольно широкими возможностями использования не только готовых «орудий», но и предметов, требующих *конструктивной деятельности,* — разного рода манипуляций по «доводке» заготовок до состояния, пригодного для решения задачи.



Рис. 4.7. Изготовление и использование орудий шимпанзе в условиях неволи. Животное соединяет палки под углом, использовать такое орудие явно нельзя (опыты Н. Н. Ладыгиной-Котс, 1959).

Результаты более чем 650 опытов показали, что диапазон орудийной и конструктивной деятельности шимпанзе весьма широк. Парис, как и обезьяны в опытах В. Келера, успешно использовал предметы самой разной формы и размера и производил с ними всевозможные манипуляции: сгибал, отгрызал лишние ветки, развязывал пучки, раскручивал мотки проволоки, вынимал лишние детали, которые не давали вставить орудие в трубку. В этот набор входили и гораздо более сложные операции, чем те, что были отмечены Фирсовым в его экспе-

риментах в естественных условиях. Не во всех случаях такое изготовление орудий было успешным и отвечало ситуации (рис. 4.7).

Оказалось, что труднее всего для шимпанзе составить орудие из более мелких элементов, тогда как процесс расчленения для них более привычен и освоен. Видимо, как полагает Н. Н. Ладыгина-Котс (1959), это связано не с трудностью выполнения соответствующих манипуляций, а со спецификой и ограниченностью их мышления — «с неспособностью шимпанзе оперировать зрительными образами, *представлениями, мысленно комбинировать эти представления* применительно к решаемой задаче, так как для получения из двух коротких элементов одного длинного надо понимать смысл, т.е. причинно-следственные отношения подобного соединения» (курсив автора).

Ладыгина-Котс относит орудийную деятельность шимпанзе к проявлениям мышления, хотя и подчеркивает его специфику и ограниченность по сравнению с мышлением человека.

Представления о возможности целенаправленной, осознанной конструктивной деятельности шимпанзе высказывают и современные этологи, изучавшие их поведение в естественных условиях, прежде всего Дж. Гудолл (см. 2.11.4).

Вопрос о том, насколько «осмысленны» действия шимпанзе (и других животных) при использовании орудий, всегда вызывал и продолжает вызывать большие сомнения. Так, есть много наблюдений, что наряду с использованием палок по назначению шимпанзе совершают ряд случайных и бессмысленных движений. Особенно это касается конструктивных действий: если в одних случаях шимпанзе успешно удлиняют короткие палки, то в других соединяют их под углом, получая совершенно бесполезные сооружения (рис. 4.7). В связи с важностью этого вопроса его нужно было внимательно проанализировать в специальном лабораторном эксперименте.

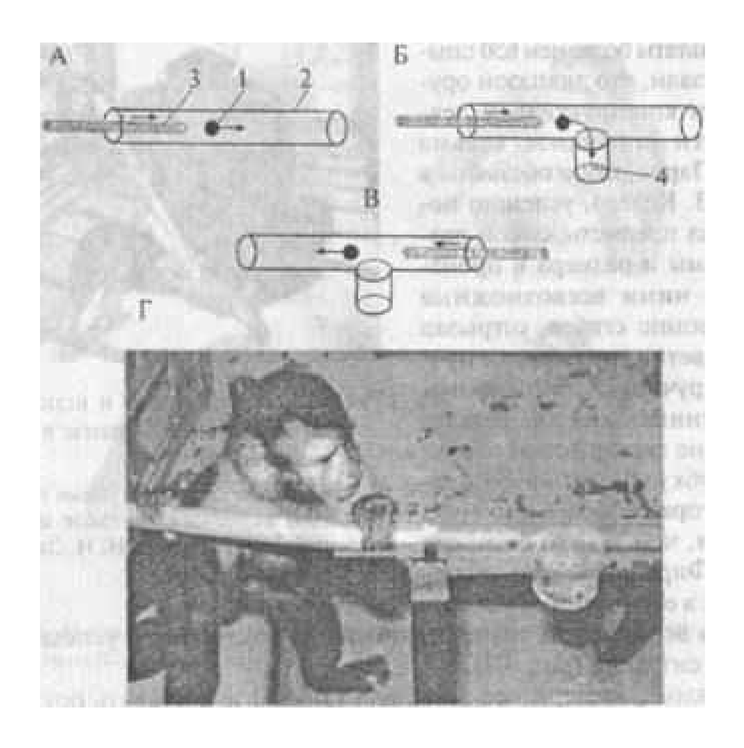


Рис. 4.8. Схема экспериментальной установки и орудийные действия обезьяны (пояснения в тексте).

А — простая задача; Б — задача с «ловушкой», неправильное решение; В — то же; правильное решение; Г — фото капуцина, которому предъявлялась задача с «ловушкой» (с любезного разрешения Э. Визальберги, институт психологии. Национальный центр научных исследований, Рим).

Итальянская исследовательница **Элизабета Визальберги** (Visalberghi et al., 1995; 1997; 1998) предложила методику изучения орудийной деятельности, которая позволила разрешить многие из этих сомнений. Опыты проводились в строго контролируемых лабораторных условиях, но сохраняли при этом биологическую адекватность. Они не просто демонстрировали использование обезьянами орудий, но позволяли выяснить, могут ли животные планировать свои действия и предвидеть их последствия (рис. 4.8). Наконец, что особенно важно, результат одного из вариантов опыта мог быть выражен не в описательной форме, а в форме «да — нет» и потому был доступен количественной оценке и статистической обработке.

Так же как Н. Н. Ладыгина-Котс и Р. Йеркс, Э. Визальберги предлагала задачу на доставание приманки из трубы, но использовала прозрачную трубку. Опыты на шимпанзе шли параллельно с опытами на низших обезьянах — капуцинах. Эксперимент заключался в следующем. Приманку (1) помешали в прозрачную трубку (2), а вытолкнуть ее оттуда можно было только с помощью палки (3) подходящей толщины. Оказалось, что решают задачу и капуцины, и шимпанзе, но между ними существуют огромные различия в понимании связи производимого действия с его результатом.

В первом варианте задачи (как и в опытах Ладыгиной-Котс) обезьянам предлагали различные «полуфабрикаты» орудий — заготовки, которые надо было соответствующим образом изменить, чтобы добыть приманку. Шимпанзе легко решали задачу, тогда как капуцины *не «знали»,* почему одно орудие эффективно, а другое (например, палка, к которой были прикреплены поперечные планки) — нет.

Они не были способны видоизменять предложенные заготовки так, чтобы любая из них входила в трубку, поэтому получали приманку в относительно немногих случаях.

Тем не менее данные об орудийном поведении капуцинов, полученные Визальберги, отличаются от полученных Н. Ф. Левыкиной (1959) — ученицей Н. Н. Ладыгиной-Котс. Ни одна из изученных ею 16 низших обезьян (в том числе 3 капуцина) по собственной инициативе не только не использовала палку в качестве орудия, но даже не сделала таких попыток. Возможно, что поиск приманки в прозрачной трубке, а не в установке, где приманки не видно, — задача более простая.

Для ответа на вопрос, могут ли обезьяны «планировать» свои действия в зависимости от конкретной схемы задачи, решающее значение имел второй вариант опыта Э. Визальберги (рис.4.8Б—Г). В этом случае в средней части трубки имелось отверстие, через которое приманка (продвинутая с помощью орудия) могла упасть в приделанный к нему снизу прозрачный стакан. Автор назвала этот стакан «ловушкой». Чтобы получить приманку, обезьяна должна была не только правильно подобрать орудие — палку соответствующего диаметра, но и вставить ее в трубку так, чтобы приманка не попала в эту ловушку. Это показано на схемах (см. рис. 4.8Б и В). На фотографии (рис. 4.8Г) видно, что капуцин решить эту задачу не может. Одна приманка уже попала в ловушку, но животное не сменило тактику и собирается повторить ошибку.

Применение методики с ловушкой позволило достаточно четко разделить *осознанное* применение орудий в соответствии с определенным планом и случайное манипулирование ими. Капуцины явно не могли предвидеть результат своих действий, поэтому в опыте с ловушкой вставляли палку в трубку с любой стороны, независимо от того, где находилась приманка.

Шимпанзе и эту задачу могли решать точно. Они продемонстрировали высокую долю правильных решений, т.е. достоверно чаще вставляли палку так, чтобы приманка попала им в руки, а не в ловушку.

Таким образом, первоначальные данные В. Келера были подтверждены в детальных современных исследованиях.

Эксперименты, в которых животные должны «догадаться», как достать приманку из трубки, свидетельствуют о способности шимпанзе к изготовлению орудий и их целенаправленному использованию в соответствии с ситуацией. Между низшими и человекообразными обезьянами существуют качественные различия в таких способностях.

Человекообразные обезьяны (шимпанзе) способны к «инсай-ту» — осознанному «спланированному» употреблению орудий в соответствии с имеющимся у них *мысленным* планом.

4.5.2. Достижение приманки с помощью сооружения «пирамид» («вышек»).

Наибольшую известность получила группа опытов В. Келера с построением «пирамид» для достижения приманки. Под потолком вольеры подвешивали банан, а в вольеру помешали один или несколько ящиков. Чтобы получить приманку, обезьяна должна была передвинуть под банан ящик и взобраться на него. Эти задачи существенно отличались от предыдущих тем, что явно не имели никаких аналогов в

видовом репертуаре поведения этих животных.

Шимпанзе оказались способными к решению подобного рода задач. В большинстве опытов В. Келера и его последователей они осуществляли необходимые для достижения приманки действия: подставляли ящик или даже пирамиду из них под приманку (рис. 4.9А). Характерно, что перед принятием решения обезьяна, как правило, смотрит на плод и начинает двигать ящик, демонстрируя, что улавливает наличие связи между ними, хотя и не может ее сразу реализовать.

Действия обезьян не всегда были однозначно адекватными. Так, Султан пытался в качестве орудия использовать людей или других обезьян, взбираясь к ним на плечи или, наоборот, пытаясь поднимать их над собой. Его примеру охотно следовали другие шимпанзе, так что колония временами формировала «живую пирамиду» (рис. 4.9Б). Иногда шимпанзе приставлял ящик к стене или строил «пирамиду» в стороне от подвешенной приманки, но на уровне, необходимом для ее достижения.

Анализ поведения шимпанзе в этих и подобных ситуациях ясно показывает, что они производят *оценку пространственных компонентов задачи.* Неудачные попытки свидетельствуют, что основным параметром анализа является расстояние до банана. Этот аспект поведения при решении задачи был отмечен и в опытах Л. А. Фирсова (1987) на шимпанзе в условиях, приближенных к естественным (см. 4.5.1).

На следующих этапах В. Келер усложнял задачу и комбинировал разные ее варианты. Например, если ящик наполняли камнями, шимпанзе выгружали часть из них, пока ящик не становился «подъемным». В другом опыте в вольер помещали несколько ящиков, каждый из которых был слишком мал, чтобы достать лакомство. Поведение обезьян в этом случае было очень разнообразным. Например, Султан первый ящик пододвинул под банан, а со вторым долго бегал по вольере, вымещая на нем ярость. Затем он внезапно остановился, поставил второй ящик на первый и сорвал банан. В следующий раз Султан построил пирамиду не под бананом, а там, где тот висел в прошлый раз. Несколько дней он строил пирамиды небрежно, а затем вдруг начал делать это быстро и безошибочно. Часто сооружения были неустойчивы, но это компенсировалось ловкостью обезьян. В ряде случаев пирамиду сооружали вместе несколько обезьян, хотя при этом они мешали друг другу.

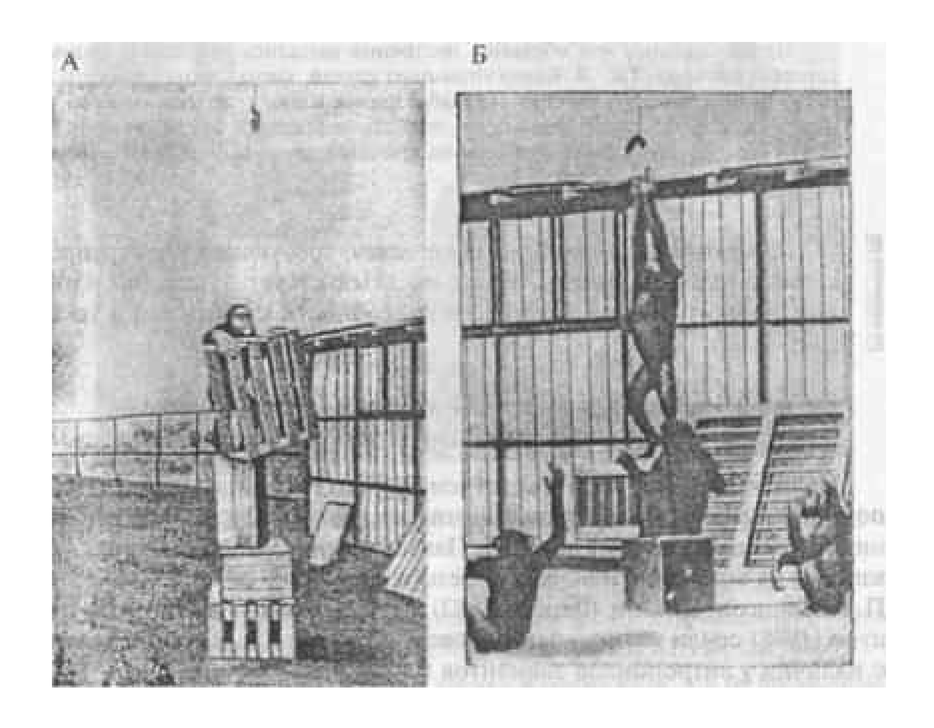


Рис. 4.9. Достижение приманки с помощью искусственных сооружений. А — конструкция из ящиков; Б — живая «пирамида».

Наконец, «пределом сложности» в опытах В. Келера была задача, в которой высоко под потолком подвешивали палку, в угол вольеры помещали несколько ящиков, а банан размещали за решеткой вольеры. Султан сначала принялся таскать ящик по вольере, затем осмотрелся. Увидев палку, он уже через 30 с подставил под нее ящик, достал ее и придвинул к себе банан. Обезьяны справлялись с задачей и тогда, когда ящики были утяжелены камнями, и когда применялись различные другие комбинации условий задачи.

Примечательно, что обезьяны постоянно пытались применять разные способы решения. Так, В. Келер упоминает случай, когда Султан, взяв его за руку, подвел к стене, быстро вскарабкался на плечи и оттолкнувшись от макушки, схватил банан. Еще более показателен эпизод, когда он прикладывал ящик к стене, глядя при этом на приманку и как бы оценивая расстояние до нее.

Успешное решение шимпанзе задач, требующих конструирования пирамид и вышек, также свидетельствует о наличии у них «мысленного» плана действий и способности к реализации такого плана.

4.5.3. Использование орудий в опыте с «тушением огня» и в других ситуациях.

По инициативе И. П. Павлова (см. 2.7) его сотрудники в Колтушах повторили опыты В, Келера на шимпанзе Розе и Рафаэле. На основании полученных результатов И. П. Павлов во многом пересмотрел свои взгляды на поведение и психику обезьян. В отличие от своего учителя, П. К. Денисов (Цит. по: Фирсов, 1982), М. П. Штодин (1947) и Э. Г. Ва-цуро (1948) сочли возможным опровергнуть представления В. Келера о наличии у антропоидов элементов мышления.

Следует отметить, что задачи, которые авторы предъявляли Розе и Рафаэлю, по своей сложности несколько превосходили те, что решал Султан в опытах В. Келера. Так, чтобы достать банан, им приходилось сооружать пирамиду из шести разнокалиберных ящиков. В такой ситуации животным действительно требовались не только «внезапное озарение», но и определенная «квалификация» — владение рядом навыков, необходимых, чтобы сделать сооружение устойчивым.

Еще более сложной по своей структуре была задача (вернее, серия задач) на «тушение огня», которую предлагалось решать Рафаэлю. Она состояла в том, чтобы достать апельсин из ящика, перед открытой стороной которого стояла горящая спиртовка. После многих и разнообразных проб он научился решать эту задачу (рис. 4.10) разными способами:

- ♦ подтаскивал бак с водой к ящику и гасил огонь;
- ♦ набирал воды в рот и, возвратившись к огню, заливал его;
- ♦ набирал воды в кружку и гасил ею огонь;
- ♦ когда в баке не оказалось воды, Рафаэль схватил бутылку с водой и вылил ее на пламя. В другой раз, когда бак оказался пустым, он помочился в кружку и залил ею огонь.

И. П. Павлов считал результаты этого опыта (в частности, последний из приведенных фактов) весьма убедительными свидетельствами существования у человекообразных обезьян более сложных когнитивных функций, чем простые условные рефлексы.



Рис. 4.10. Тушение огня водой для получения приманки (по Э. Г Вацуро, см. пояснения в тексте).

Однако исследователи пытались снова и снова проанализировать, насколько осмысленны были действия обезьяны в этой ситуации.

Рафаэлю предлагали разные кружки и обнаружили, что он предпочитает пользоваться только той же самой кружкой, что и в период освоения этой операции. Стереотипность его поведения особенно ясно выступила, когда кружку продырявили и предложили ему пробки, палочки и шарики для затыкания отверстия. Оказалось, что Рафаэль не замечает отверстия, вновь и вновь подносит кружку под кран. Он не

обратил внимания, что, случайно закрыв кружку ладонью, он временно приостановил вытекание воды, и не воспользовался этим приемом. Не обращая внимания на отсутствие воды, однажды он 43 раза опрокидывал над огнем пустую кружку, при этом не использовал ни одной из предложенных ему затычек, хотя ранее, во время игры делал это неоднократно.

Наконец, опыты перенесли на озеро, и ящик с приманкой поместили на один плот, а бак с водой — на другой, соединенный с первым довольно длинным и шатким мостиком. Рафаэль приложил массу усилий, чтобы принести воду из бака, вместо того чтобы зачерпнуть ее тут же, прямо с плота. Это окончательно убедило исследователей в его неспособности к пониманию истинных связей между элементами данной проблемной ситуации.

По их мнению, во всех проведенных опытах у шимпанзе отсутствовало «смысловое понимание задачи», и все их поведение было основано прежде всего на ориентировочно-исследовательских пробах, а затем на закреплении связей от случайно достигнутого полезного результата. «Поведение человекообразной обезьяны определяется взаимодействием положительных и отрицательных условнорефлекторных связей... В решении новых задач обезьяна использует ранее выработанные навыки *вне зависимости от смыслового содержания ситуации»* (Штодин, 1947, с. 199; курсив наш. — *Авт.).*

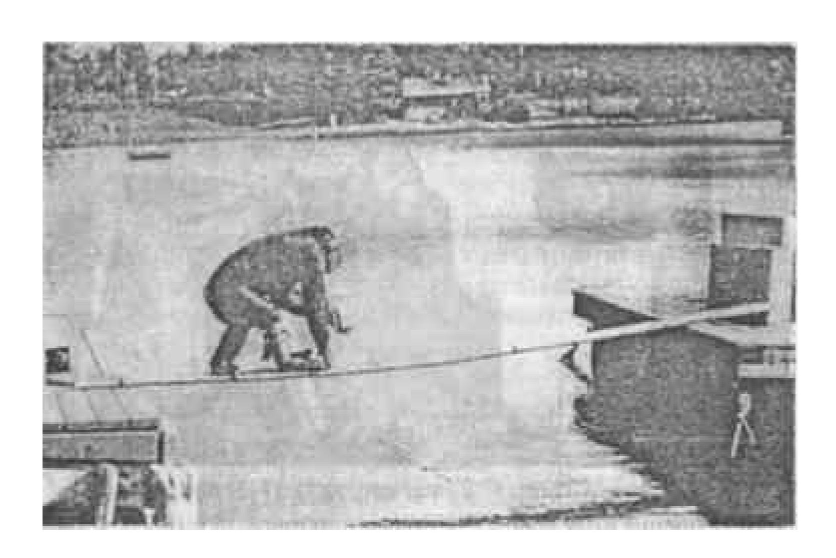


Рис. 4.11. Тушение огня на плотах (по Э. Г Вацуро, пояснения в тексте).

Между тем на самом деле оснований для столь безапелляционного вывода не было. В частности, при анализе фотографий современному наблюдателю бросается в глаза, что плоты (скорее платформы) были расположены достаточно высоко над водой, так что шимпанзе, который побаивается воды, мог предпочесть перебраться на соседний плот, чем рисковать оказаться в воде, пытаясь зачерпнуть ее с платформы (рис. 4.11).

Не исключено, что такое решение было характерно только для этой обезьяны, а не для шимпанзе как вида. В пользу такого предположения говорит следующий факт. В 70-е годы Л.А.Фирсов воспроизвел опыт с тушением огня для фильма «Думают ли животные?». Когда в баке не оказалось воды, участвовавшая в съемках шимпанзе

Каролина впала в тяжелую истерику: она рвала на себе волосы, визжала, каталась по полу, а когда успокоилась, то взяла половую тряпку и одним броском накрыла спиртовку, погасив огонь. На следующий день Каролина уверенно повторила это решение. Другие обезьяны тоже нашли разнообразные выходы из этой ситуации. Не исключено, что и в ситуации с плотами другие обезьяны могли бы проявить свойственную виду изобретательность и найти другие варианты решений.

Анализируя упомянутые опыты, Ладыгина-Котс (1959), в целом соглашаясь с выводом авторов об ограниченной способности обезьян к решению данного типа задач, указывает, что многие описанные ими особенности поведения шимпанзе обусловлены не неспособностью решить новую задачу, а характерной для шимпанзе приверженностью к ранее выработанным навыкам. По ее выражению, «шимпанзе — рабы прошлых навыков, которые трудно и медленно перестраиваются на новые пути решения» (с. 296). Следует, правда, делать поправку на то, что эта последняя особенность могла быть следствием долгой жизни в неволе многих из подопытных обезьян, прежде всего ее подопытного 16-летнего Париса.

Ладыгина-Котс полемизирует с мнением, согласно которому «у шимпанзе отсутствуют проявления интеллектуальных действий». Она приводит убедительные доказательства того, что как Парис, так и Рафаэль продемонстрировали способность к *«подготовительным»* действиям — обгрызанию и заострению палок до нужного размера, что отвечает (по Леонтьеву) критерию *интеллектуальных действий* (см. 1.4).

Завершая описание этой группы методик изучения мышления животных, необходимо отметить, что полученные с их помощью результаты убедительно доказали способность человекообразных обезьян к решению такого рода задач.

Шимпанзе способны к разумному решению задач в новой для них ситуации без наличия предшествующего опыта. Это решение осуществляется не путем постепенного «нащупывания» правильного результата методом проб и ошибок, а путем *инсайта* — проникновения в суть задачи благодаря анализу и оценке ее условий.

Подтверждения такого представления можно почерпнуть и просто из наблюдений за поведением шимпанзе. Убедительный пример способности шимпанзе к «работе по плану» описал Л. А. Фирсов, когда в лаборатории недалеко от вольеры случайно забыли связку ключей. Несмотря на то что его молодые подопытные обезьяны Лада и Нева никак не могли дотянуться до них руками, они каким-то образом их достали и очутились на свободе. Проанализировать этот случай было не трудно, потому что сами обезьяны с охотой воспроизвели свои действия, когда ситуацию повторили, оставив ключи на том же месте уже сознательно.

Оказалось, что в этой совершенно новой для них ситуации (когда «готовое» решение заведомо отсутствовало) обезьяны придумали и проделали сложную цепь действий. Прежде всего они оторвали край столешницы от стола, давно стоявшего в вольере, который до сих пор никто не трогал. Затем с помощью образовавшейся палки они подтянули к себе штору с окна, находившегося довольно далеко за пределами клетки, и сорвали ее. Завладев шторой, они стали набрасывать ее на стол с ключами, расположенный на некотором расстоянии от клетки, и с ее помощью подтягивали связку поближе к решетке. Когда ключи оказались в руках у одной из обезьян, она открыла замок, висевший на вольере снаружи. Эту операцию они раньше видели много раз, и она не составила для них труда, так что оставалось только выйти на свободу.

В отличие от поведения животного, посаженного в «проблемный ящик» Торндайка, в поведении Лады и Невы все было подчинено *определенному плану* и

практически не было слепых «проб и ошибок» или ранее выученных подходящих навыков. Они разломали стол именно в тот момент, когда им понадобилось достать ключи, тогда как в течение всех прошлых лет его не трогали. Штору обезьяны тоже использовали по-разному. Сначала ее бросали как лассо, а когда она накрывала связку, подтягивали ее очень осторожно, чтобы та не выскользнула. Само же отпирание замка они неоднократно наблюдали, так что трудности оно не составило.

Для достижения поставленной цели обезьяны совершили целый ряд *«подготовительных» действий.* Они изобретательно использовали разные предметы в качестве орудий, явно планировали свои действия и прогнозировали их результаты. Наконец, при решении этой, неожиданно возникшей задачи действовали они на редкость слаженно, прекрасно понимая друг друга. Все это позволяет расценивать действия шимпанзе как пример *разумного поведения в новой ситуации* и отнести к проявлениям мышления.

Комментируя этот случай, Фирсов писал: «Надо быть слишком предубежденным к психическим возможностям антропоидов, чтобы во всем описанном увидеть только простое совпадение. Общим для поведения обезьян в этом и подобных случаях является отсутствие простого перебора вариантов. Эти акты точно развертывающейся поведенческой цепи, вероятно, отражают *реализацию уже принятого решения,* которое может осуществляться на основе как текущей деятельности, так и имеющегося у обезьян жизненного опыта» (Фирсов, 1987; курсив наш. —*Авт.).*

4.5.4. Орудийные действия антропоидов в естественной среде обитания.

У живущих на свободе обезьян «подловить» такие случаи тоже удается не часто, но за долгие годы накопилось немало подобных наблюдений. Приведем лишь отдельные примеры.

Гудолл (1992), например, описывает один из них, связанный с тем, что ученые подкармливали посещавших их лагерь животных бананами. Многим это пришлось весьма по вкусу, и они так и держались неподалеку, выжидая, когда можно будет получить очередную порцию угощения (см. также 7.5). Один из взрослых самцов по кличке Майк боялся брать банан из рук человека. Однажды, разрываемый борьбой между страхом и желанием получить лакомство, он впал в сильное возбуждение. В какой-то момент он стал даже угрожать Гудолл, тряся пучком травы, и заметил, как одна из травинок коснулась банана. В тот же миг он выпустил пучок из рук и сорвал растение с длинным стеблем. Стебель оказался довольно тонок, поэтому Майк тут же бросил его и сорвал другой, гораздо толще. С помощью этой палочки он выбил банан из рук Гудолл, поднял и съел его. Когда та достала второй банан, обезьяна тут же снова воспользовалась своим орудием.

Самец Майк не раз проявлял недюжинную изобретательность. Достигнув половозрелости, он стал бороться за титул доминанта и завоевал его благодаря весьма своеобразному использованию орудий: устрашал соперников грохотом канистр из-под бензина. Использовать их не додумался никто, кроме него, хотя канистры валялись вокруг во множестве. Впоследствии ему пытался подражать один из молодых самцов. Отмечены и другие примеры использования предметов для решения новых задач.

Например, некоторые самцы пользовались палками, чтобы открывать контейнер с бананами. Оказалось, что в самых разных сферах своей жизнедеятельности обезьяны прибегают к сложным действиям, включающим составление плана и предвидение их

результата.

Систематические наблюдения в природе с прослеживанием «биографий» отдельных особей позволяют убедиться, что разумные действия в новых ситуациях — не случайность, а проявление общей стратегии поведения. В целом такие наблюдения подтверждают, что проявления мышления антропоидов в экспериментах и при жизни в неволе объективно отражают реальные характеристики их поведения. Первоначально предполагалось, что любое применение постороннего предмета для расширения собственных манипуляторных способностей животного можно расценивать как проявление разума. Между тем наряду с рассмотренными примерами индивидуального изобретения способов применения орудий в экстренных, внезапно сложившихся ситуациях известно, что некоторые популяции шимпанзе регулярно *используют орудия и в стандартных ситуациях повседневной жизни.* Так, многие из них «выуживают» термитов прутиками и травинками, а пальмовые орехи относят на твердые основания («наковальни») и разбивают с помощью камней («молотков»). Описаны случаи, когда обезьяны, увидев подходящий камень, подбирали его и таскали с собой, пока не добирались до плодоносящих пальм.

В двух последних примерах орудийная деятельность шимпанзе имеет уже совсем другую природу, нежели действия Майка. Применению прутиков для «ужения» термитов и камней для разбивания орехов, которые составляют их обычный корм, обезьяны *постепенно учатся с детства,* подражая старшим.

Орудийные действия шимпанзе могут быть не только проявлениями разума, но во многих случаях являются *результатом обучения и подражания.*

4.5.5. Орудийные действия у позвоночных, не относящихся к приматам.

Орудийная деятельность описана не только у человекообразных обезьян, но и у некоторых других видов млекопитающих, а также у птиц. В этом случае неоднозначность природы орудийных действий не ограничивается двумя рассмотренными вариантами. Наряду с тем, что они могут проявляться как разумные решения в новой ситуации или формироваться как повседневный навык за счет обучения и подражания, орудийные действия входят в обычный *видоспецифический репертуар* поведения отдельных видов животных. К таким видам относятся морские выдры — каланы *(Enhydra lutris),* а также нескольких видов птиц — галапагосские дятловые вьюрки *{Camarhunchus pallidus и Castospiza heliobates),* шалашники (самцы родов *Ailumedus, Amblyornis, Archboldia, Scenopoeetes),* а также новокаледонские представители врановых (*Coloeus moneduloides).*

В ряде случаев орудийные действия характерны для всех особей данного вида, проявляются почти одинако, развиваются в онтогенезе даже при воспитании в изоляции от сородичей. Они составляют *видоспецифическую характеристику* (присущи конкретному виду) и расцениваются как появление *инстинкта.*

Наиболее известный пример этого рода орудийной деятельности демонстрируют дарвиновы вьюрки *Camarhunchus pallidus и Castospiza heliobates.* Они используют веточки или кактусовые иглы для извлечения личинок насекомых из-под коры деревьев, причем это основной способ добывания пищи, характерный для любого представителя вида. Дятловый вьюрок С. *pallidus* уже в раннем возрасте, сразу же после вылета из гнезда, начинает манипулировать прутиками, постепенно усовершенствуя технику их применения для добывания личинок. Это поведение

проявляется и у молодых птиц, воспитанных в изоляции от сородичей, т.е. не требует обучения подражанием. Считают, что *дятловые вьюрки генетически предрасположены к этому конкретному способу манипулировать* прутиками или колючками кактусов. Характерно, что вьюрки не только используют готовые веточки и иглы, но могут обрабатывать их, придавая им нужную форму: укорачивать, отламывать боковые побеги. В этом отношении их поведение внешне вполне сопоставимо с поведением шимпанзе, которые соответствующим образом подготавливают прутья для добывания термитов из термитника (Гудолл, 1992).

О диапазоне пластичности этой формы поведения вьюрков свидетельствует следующее наблюдение. Птицы, выращенные в неволе Эйбл-Эйбесфельдтом, были избавлены от необходимости добывать личинки, но они самостоятельно создавали ситуацию, где можно было бы воспользоваться палочкой как орудием. Наевшись из обычной кормушки, они рассовывали личинки хрущака, которыми их кормили, по вольере, а затем доставали при помощи палочек или других подходящих предметов и снова прятали и т.д.

Необходимо подчеркнуть, что орудийная деятельность птиц не ограничивается проявлениями инстинкта у отдельных видов. Известно, что представители нескольких видов врановых прибегали к употреблению орудий в непредвиденных обстоятельствах.

Наиболее убедительным свидетельством их способности к разумному употреблению орудий может служить поведение голубой сойки *(Cyanocitta cristata).* Оставленная перед опытом без пищи, одна из подопытных птиц отрывала от постеленной в клетку газеты полоски, придерживая их лапами, сгибала клювом пополам, а потом просовывала через прутья и подгребала (как палкой) оставшиеся за клеткой кусочки пищи (Jones, Kamil, 1973). Есть и другие свидетельства способности врановых к разумному применению предметов в качестве орудий в новой ситуации.

4.1. Примеры орудийных действий животных разных видов в природе и в экспериментах

Инстинкты	«Инсайт»	Обучение и традиции
Дятловые вьюрки: добывание насекомых с помощью палочек **Калифорнийские каланы:** разбивание раковин камнями **Новокаледонские галки:** изготовление «крючков» для ловли насекомых	**Шимпанзе:** — сооружение вышек; — угроза канистрами; — применение палок; — побеги из клеток; — тушение огня **Сойки:** изготовление бумажных «жгутов» для доставания пищи	**Шимпанзе:** — «ужение» термитов; — разбивание орехов камнями на наковальнях; **Макаки:** — мойщики картофеля ; — крабоеды

В табл. 4.1 приведены некоторые примеры орудийных действий животных, имеющих разную природу. Они иллюстрируют представление о том, что в *основе*

сходных по внешнему проявлению поведенческих актов могут лежать разные механизмы — инстинкт, обучение, разум (см. 1.2). Удельный вес каждого из этих факторов может быть разным в зависимости от многих обстоятельств, даже если конечный результат внешне выглядит одинаково (Крушинский, 1986). Поэтому (в соответствии с «каноном К. Л. Моргана») то или иное проявление орудийной деятельности может быть отнесено **к** актам мышления только после тщательного анализа.

Эти факты демонстрируют сложность и неоднородность такой формы поведения животных, как орудийная деятельность. В основе этих актов, схожих по внешнему проявлению, могут лежать принципиально разные механизмы:

♦ экстренное решение в новой ситуации («инсайт»);

♦ обучение методом проб и ошибок и подражание сородичам;

♦ выполнение видоспецифической (инстинктивной) программы.

4.6. Методики, разработанные Л. В. Крушинским для изучения способности животных к поиску приманки, исчезающей из поля зрения.

Рассмотренные выше эксперименты убедительно показали способность антропоидов к целенаправленному употреблению орудий в соответствии с «мысленным планом». Данную способность можно рассматривать как проявление элементарного мышления.

В то же время описанные выше методы анализа решения животными задач имели определенные ограничения:

♦ результаты таких опытов носили чисто описательный характер, и субъективизм в их трактовке был почти неизбежен;

♦ при повторении эксперимента неизменно возникал вопрос о том, что животное не решает задачу заново, а стереотипно применяет опыт, приобретенный в предшествующей пробе;

♦ такие методики практически невозможно было использовать в опытах на животных-неприматах, а поэтому исключалась возможность сравнительного анализа, необходимого для ответа на вопрос, насколько широко зачатки мышления представлены у более примитивно организованных животных (см. 1.3).

Ответ на последний вопрос требовал другого методологического подхода. Для его изучения нужны были *универсальные* тесты, которые можно было бы предлагать разным животным и при этом получать результаты, пригодные для количественной оценки, статистической обработки и получения сравнительной характеристики разных видов.

Такие методологические подходы были созданы независимо друг от друга двумя учеными — Г. Харлоу и Л. В. Крушинским. Г. Харлоу (см. 3.3.2) в 50-е годы предложил метод сравнительной оценки высших когнитивных функций животных, который дает возможность выяснить, улавливают ли животные общий принцип, лежащий в основе их решения, т.е., по выражению автора, формируется ли у них *«установка на обучение»*.

Попытка Г. Харлоу была удачной. С помощью его теста действительно можно было почти в стандартных условиях исследовать самых разных животных и охарактеризовать динамику их обучения количественными параметрами. Однако метод Харлоу позволял охарактеризовать в основном одну сторону мышления

животных — способность к обобщению.

Л. В. Крушинский предложил универсальные методики тестирования и предпринял широкое сравнительное исследование способности животных к *другому виду* элементарного мышления — решению *экстренно возникших задач, для которых у них нет готовой программы.*

В отличие от описанных выше задач, в которых надо было достать удаленную, но видимую цель, значительная часть методик, предложенных Л. В. Крушинским для изучения зачатков мышления животных, основана на поиске приманки, тем или иным способом ***исчезающей из поля зрения,*** как только животное начинало ее есть. Этим они отличались от ранее рассмотренных методик, в которых цель всегда была *«в пределах зрительного поля».* Поэтому решение задач в методиках Кру-шинского должно было осуществляться не под контролем внешних стимулов, а за счет оперирования *«образом исчезнувшей приманки»* (Более подробно методики описаны в книге Л. В. Крушинского «Биологические основы рассудочной деятельности» (1986)..

Повторим определение мышления (рассудочной деятельности животных), данное Л. В. Крушинским, которое он называл «рабочим»:

«Способность животного улавливать эмпирические законы, связывающие предметы и явления внешнего мира, и оперировать этими законами в новой для него ситуации для построения программы адаптивного поведенческого акта».

4.6.1. Понятие об «эмпирических законах» и элементарной логической задаче.

Л. В. Крушинский ввел понятие *элементарной логической задачи,* т.е. задачи, которая характеризуется смысловой связью между составляющими ее элементами. Благодаря этому она может быть решена экстренно, при первом же предъявлении, за счет мысленного анализа ее условий. Такие задачи по своей природе не требуют предварительных проб с неизбежными ошибками. Как и задачи, которые рассматривались в разд. 4.5, они могут служить *альтернативой* и «проблемному ящику» Торндайка, и выработке различных систем дифференцировочных УР. Дифференцировочные УР, точнее, порядок смены подкрепления по ходу их выработки, не связаны для животного с «естественной» логикой событий внешнего мира. Именно поэтому их нельзя решить иначе, чем постепенно, при многократных пробах и подкреплении правильных реакций.

Отличительную черту тестов Крушинского составляет то, что их решение требует (согласно его определению) оперирования так называемыми *«эмпирическими законами».* Имеется в виду, что анализу подлежат такие свойства предметов и явлений, которые присущи им в силу *природных физических законов* и с которыми животное постоянно сталкивается в жизни.

Прибегая к терминологии когнитивной психологии, можно сказать, что эти «законы» входят в состав «познавательной карты», или «образной картины мира животного», т.е. той системы знаний, которую оно накапливает в течение жизни. На необходимость и плодотворность использования таких тестов указывал Д. Примэк (Premack, 1983), называя эту форму мышления животных «естественным мышлением» *(natural reasoning),* в отличие от их способности к обобщению и умозаключениям.

Тесты для изучения способности к обобщению и умозаключению организованы таким образом, что их условия и структура достаточно произвольно определяются экспериментатором и совершенно не связаны с естественными закономерностями. Это относится также к тесту Ревеша-Крушинского, где алгоритм изменений положения приманки задается экспериментатором произвольно и не имеет никакой связи с процессами в естественной для животных среде (см. 4.7), или формированию установки на обучение в тестах Харлоу.

Базовые формы когнитивной деятельности животных были частично описаны в гл. 3. Ниже перечислены наиболее важные эмпирические законы, владение которыми, как писал Л. В. Крущинский, необходимо животному для решения ряда логических задач.

1. ***Закон «неисчезаемости» предметов (object pertanence)***. Животные способны сохранять память о предмете, ставшем недоступным непосредственному восприятию. Животные, «знающие» этот эмпирический закон, более или менее настойчиво ищут корм, тем или иным способом скрывшийся из их поля зрения (описание поведения млекопитающих в тесте на отсроченную реакцию см. в 3.4.1). Представление о «неисчезаемости» есть и у многих птиц. Так, вороны и попугаи активно ищут корм, который у них на глазах накрыли непрозрачным стаканом или отгородили от них непрозрачной преградой. В отличие от этих птиц голуби и куры законом «неисчезаемости» не оперируют или оперируют в весьма ограниченной степени. Это выражается в том, что в большинстве случаев они почти не пытаются искать корм после того, как перестают его видеть.

Представление о «неисчезаемости» предметов необходимо для решения всех типов задач, связанных с поиском приманки, скрывшейся из поля зрения.

2. ***Закон, связанный с движением,*** — одним из самых универсальных явлений окружающего мира, с которым сталкивается любое животное независимо от образа жизни. Каждое из них без исключения с первых же дней жизни наблюдает перемещения родителей и сибсов, хищников, которые им угрожают, или, наоборот, собственных жертв.
Вместе с тем животные воспринимают изменения положения деревьев, травы и окружающих предметов при собственных перемещениях.
Это создает основу для формирования представления о том, что движение предмета всегда имеет *определенное направление и траекторию.*
Знание этого закона лежит в основе решения задачи на экстраполяцию (см. 4.5.5.2).

3. ***Законы «вмещаемости» и «перемещаемости».*** Имеется в виду, что на основе восприятия и анализа пространственно-геометрических признаков окружающих предметов животные «знают», что *одни объемные предметы могут вмещать в себя другие объемные предметы и перемещаться вместе с ними.*

В лаборатории Л. В. Крушинского разработаны две группы тестов, с помощью которых можно оценивать способность животных разных видов оперировать указанными эмпирическими законами в новой ситуации. Схемы этих экспериментов представлены ниже (см. 4.6.3).

Как полагал Крушинский, перечисленные **им** законы не исчерпывают всего, что может быть доступно животным. Он допускал, что они оперируют также представлениями о временных и количественных параметрах среды, и планировал создание соответствующих тестов. Животные действительно способны оценивать количественные и даже числовые параметры стимулов (см. гл. 5).

Многие животные, в том числе обезьяны, в тесте на предпочтение выбирают стимулы большей площади и объема. По-видимому, они могут, также без

специальной тренировки, воспринимать и сравнивать стимулы, различающиеся по числу элементов. Вороны и голуби, например, без всякой предварительной подготовки выбирают кормушку, содержащую большее число зерен или личинок мучного хрущака. В обоих случаях тест проводится в ситуации «свободного выбора», когда птицы съедают любую выбранную ими приманку, а обезьяны получают любой выбранный ими стимул.

Предложенные Л. В. Крушинским (1986) и описанные ниже методики сравнительного изучения рассудочной деятельности с помощью **элементарных логических задач** основаны на допущении, что животные улавливают эти «законы» и могут использовать их в новой ситуации. Задачи построены так, что возможно их экстренное решение, принятое логическим путем, в соответствии с лежащим в их основе принципом, и не требующее предварительного обучения по методу проб и ошибок.

4.6.2. Методика изучения способности животных к экстраполяции направления движения пищевого раздражителя, исчезающего из поля зрения («задача на экстраполяцию»).

Под *экстраполяцией* понимают способность животного выносить функцию, известную на отрезке, за ее пределы. Л. В. Крушинский предложил несколько *элементарных логических задач* для изучения такой способности.

Наибольшее распространение получил так называемый «опыт с ширмой» (рис. 4.12). В этом опыте перед животным помещают непрозрачную преграду — ширму (длина — около 3 м, высота 1 м). В центре ширмы имеется вертикальная щель, через которую видны две кормушки, в начале опыта расположенные прямо перед щелью. Кормушки разъезжаются в стороны, как только животное начинает есть, но оно может видеть начальный участок их пути до момента исчезновения за поперечными преградами-клапанами. Через несколько секунд кормушки скрываются из поля зрения, так что их дальнейшее перемещение животное уже не видит и может только представлять его мысленно.

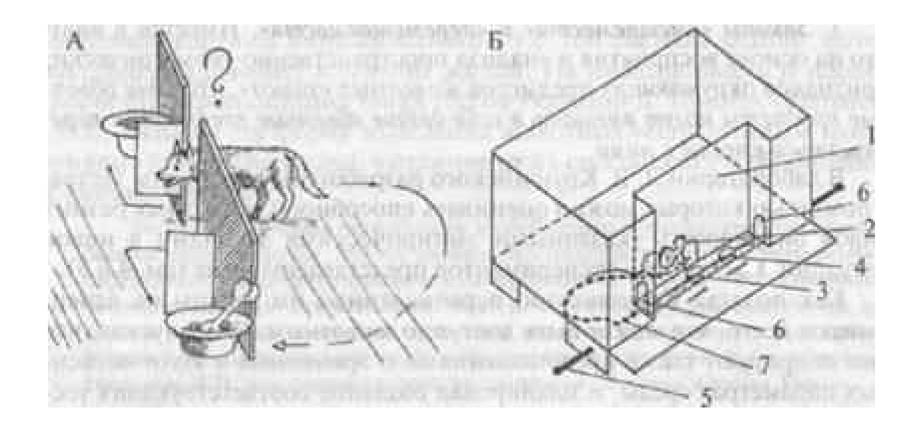


Рис. 4.12. Исследование способности к экстраполяции в опытах с ширмой.

А — общий вид установки для опытов с хищными млекопитающими, кроликами и птицами (рисунок Т. Никитиной); Б — камера для экспериментов с мышами (пояснение в тексте).

За щелью находятся две кормушки: одна с кормом, другая пустая. Это делается для того, чтобы создать животному возможность альтернативного выбора. К тому же если двигаются две кормушки, то животное не сможет отыскать корм, ориентируясь на звук при движении.

Опыты с грызунами проводятся несколько по-другому. Вторую кормушку тоже наполняют кормом (поилки с молоком). Эту кормушку либо закрывают сеткой (в опытах с крысами), либо (опыты с мышами) ставят так, чтобы животное ее не видело. Это позволяет «уравнять запахи», идущие от приманки с двух сторон камеры, и тем самым препятствовать отысканию корма с помощью обоняния. Экспериментальная камера для исследования способности к экстраполяции у мышей (рис. 4.12Б) устроена так, чтобы животное оставалось в ней в интерватах между предъявлениями задачи. В одной из стенок камеры (1) на середине ее длины на уровне пола имеется отверстие (2), дающее животному доступ к поилке (3) и позволяющее видеть начальный этап ее перемещения. Контрольная поилка (4) перемещается в противоположную сторону. С помощью специального рычага (5) их можно передвинуть к боковым отверстиям (6). «Обход ширмы» в этом варианте установки — это перемещение животного вправо или влево и подход к одному из боковых отверстий. Траектория (7) показывает путь мыши при правильном решении задачи.

Чтобы решить задачу на экстраполяцию, животное должно представить себе траектории движения обеих кормушек после исчезновения из поля зрения и на основе их сопоставления определить, с какой стороны надо обойти ширму, чтобы получить корм.

Способность к решению этой задачи проявляется у многих позвоночных, но ее выраженность значительно варьирует у разных видов.

Основной характеристикой способности животных к рассудочной деятельности служат ***результаты первого предъявления*** задачи, потому что при их повторении подключается влияние и некоторых других факторов. В связи с этим для оценки способности к решению логической задачи у животных данного вида необходимо и достаточно провести по одному опыту на большой группе. *Если доля особей, правильно решивших задачу при ее первом предъявлении, достоверно превышает случайный уровень, считается, что у животных данного вида или генетической группы есть способность к экстраполяции (или к другому виду рассудочной деятельности).*

Как показали исследования Л. В. Крушинского, животные многих видов (хищные млекопитающие, дельфины, врановые птицы, черепахи, крысы-пасюки, мыши некоторых генетических групп) успешно решали задачу на экстраполяцию. В то же время животные других видов (рыбы, амфибии, куры, голуби, большинство грызунов) обходили ширму чисто случайно (рис. 4.13А).

При повторных предъявлениях задачи поведение животного зависит не только от способности (или неспособности) экстраполировать направление движения, но и от того, запомнило ли оно результаты предыдущих решений. Ввиду этого данные повторных опытов отражают взаимодействие ряда факторов, и для характеристики способности животных данной группы к экстраполяции их надо учитывать с известными оговорками.

Многократные предъявления позволяют точнее проанализировать поведение в опыте животных тех видов, которые плохо решают задачу на экстраполяцию при ее

первом предъявлении (о чем можно судить по невысокой доле правильных решений, которая не отличается от случайного 50%-го уровня). Оказывается, что большинство таких особей ведет себя чисто случайным образом и при повторениях задачи. При очень большом числе предъявлений (до 150) такие животные, как, например, куры или лабораторные крысы, постепенно обучаются чаще обходить ширму с той стороны, в которую скрылся корм. Напротив, у *хорошо экстраполирующих* видов результаты повторных применений задачи могут быть несколько ниже, чем результаты первого, хотя продолжают достоверно превышать случайный уровень (например, у лисиц и собак, рис. 4.13Б). Причиной такого снижения показателей теста может быть, по-видимому, влияние различных тенденций в поведении, напрямую не связанных со способностью к экстраполяции как таковой. К ним относится склонность к спонтанному чередованию побежек, предпочтение одной из сторон установки, характерное для многих животных, и т.д. В опытах Крушинского и сотрудников у некоторых животных (например, врановых и хищных млекопитающих) обнаруживались проявления боязни обстановки опыта, нередко сопровождавшиеся беспорядочными обходами ширмы независимо от направления движения корма.

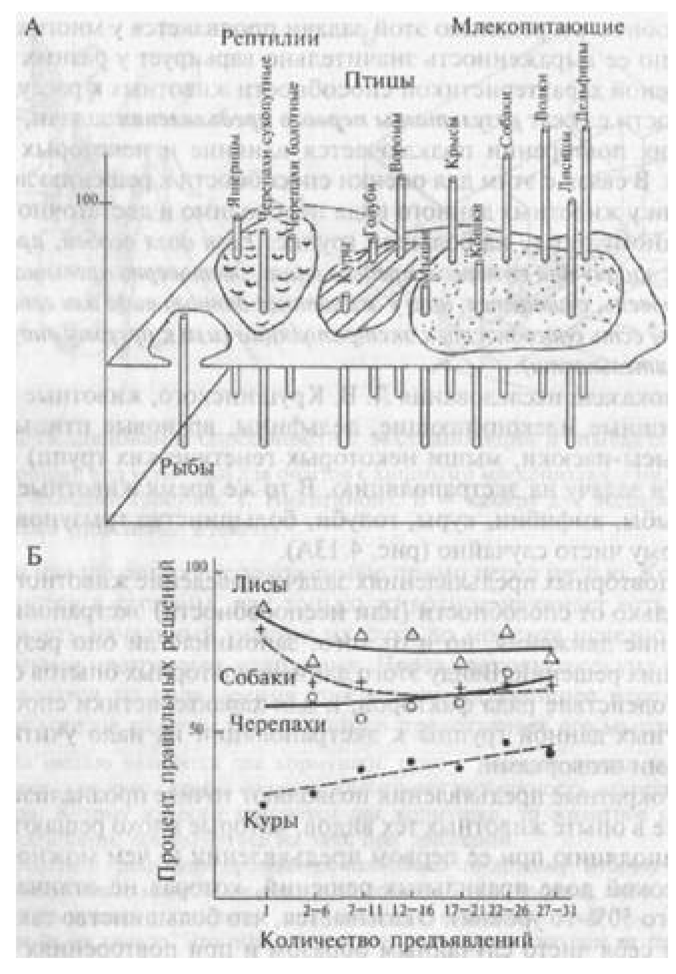


Рис. 4.13. Решение задачи на экстраполяцию.

А — успешность решения задачи на экстраполяцию животными разных таксономических групп при ее первом предъявлении; по оси ординат — доля правильных решений в процентах (плоскость соответствует 50%-му случайному уровню правильных решений); Б — усредненные кривые успеха решения задачи при ее многократных предъявлениях животными разных таксономических групп (по Крушинскому, 1986). По оси ординат — как в случае А, по оси абсцисс — номера

предъявлений.

Вопрос о влиянии разных стратегий поведения в опыте на проявление способности к экстраполяции был подробно проанализирован на *уникальной модели — двух парах линий мышей с робертсоновской транслокацией на разном генетическом фоне* (Полетаева, 1998). Оказалось, что эта способность зависит **и** от генотипа (см. также гл. 9).

С помощью теста на экстраполяцию, который позволяет давать точную количественную оценку результатов его решения, впервые была дана широкая сравнительная характеристика развития зачатков мышления у позвоночных всех основных таксономических групп, изучены их морфофизиологические основы, некоторые аспекты формирования в процессе онто- и филогенеза, т.е. практически весь тот круг вопросов, ответ на которые, согласно Н. Тинбергену (Tinbergen, 1963), необходим для всестороннего описания поведения.

4.6.3. Методики изучения способности животных к оперированию пространственно-геометрическими признаками предметов.

Анализ пространственных характеристик необходим во многих ситуациях, с которыми сталкиваются животные в естественной среде обитания. В опытах Толмена (1997) была продемонстрирована способность животных к обучению в лабиринте за счет формирования и запоминания мысленной «пространственной карты» (см. 3.4). *Эту способность интенсивно изучают в настоящее время.*

Элементы пространственного мышления обезьян были обнаружены и в опытах В. Келера. Он отмечал, что во многих случаях, намечая путь достижения приманки, обезьяны предварительно сопоставляли, как бы «оценивали» расстояние до нее и высоту предлагаемых для «строительства» ящиков. Понимание пространственных соотношений между предметами и их частями составляет необходимый элемент более сложных форм орудийной и конструктивной деятельности шимпанзе (Ладыгина-Котс, 1959; Фирсов, 1987).

К пространственным признакам можно отнести также геометрические свойства предметов (например, форму, наличие или отсутствие симметрии, размерность). С их анализом связаны эмпирические законы *«вмещаемости»* и *«перемещаемости»* объемных (трехмерных) предметов, которые могут вмещать друг друга и перемешаться, находясь один в другом.

Задача на оперирование эмпирической размерностью фигур (ОЭРФ). Л. В. Крушинский (1986) предложил тест для оценки одной из форм пространственного мышления — способности животного в поисках приманки сопоставлять предметы разной размерности: трехмерные (объемные) и двумерные (плоские).

Суть теста состоит в том, что объемная приманка может быть помещена (и спрятана) только в объемную (ОФ), но не в плоскую (ПФ) фигуру, поэтому животное должно выбрать ОФ.

Он был назван тестом на *«оперирование эмпирической размерностью фигур»* или *тестом на «размерность»* (Дашевский, 1977; 1979).

Этот термин был введен для характеристики предлагаемой задачи потому, что так называемая «плоская фигура», хотя и имела минимальную толщину, на самом деле

также была трехмерной. Однако поскольку соотношение толщины плоской фигуры и размера «в глубину» объемной фигуры было от 1:40 до 1:100, то при предъявлении в паре такие фигуры имели четко различную «пространственность» и *эмпирически* оценивались как фигуры разной размерности. Форму фигур, которые давались животному для сопоставления, подбирали так, чтобы плоская была фронтальной проекцией объемной.

Для успешного решения задачи на ОЭРФ животные должны владеть следующими эмпирическими законами и выполнять следующие операции:

♦ мысленно представить себе, что приманка, ставшая недоступ ной для непосредственного восприятия, не исчезает *(закон «не-исчезаемости»),* а может быть помещена в другой объемный предмет и вместе с ним перемещаться в пространстве (законы *«вмещаемости»* и *«перемещаемости»);*

♦ оценить пространственные характеристики фигур;

♦ пользуясь *образом* исчезнувшей приманки как эталоном, мысленно сопоставить эти характеристики между собой и решить, где спрятана приманка;

♦ сбросить объемную фигуру и овладеть приманкой.

Первоначально опыты были проведены на собаках, но методика экспериментов была сложна и непригодна для сравнительных исследований. Б. А. Дашевский (1972) сконструировал установку, применимую для исследования этой способности у любых видов позвоночных, включая человека.

Она представляет собой стол, в средней части которого расположено устройство для раздвигания вращающихся демонстрационных платформ с фигурами. Животное находится по одну сторону стола, фигуры отделены от него прозрачной перегородкой с вертикальной щелью в середине. По другую сторону стола находится экспериментатор. В части опытов животные не видели экспериментатора: он был скрыт от них за перегородкой из стекла с односторонней видимостью.

Опыт ставится следующим образом (рис. 4.14). Голодному животному предлагают приманку (1), которую затем прячут за непрозрачный экран-коробку (2). Под его прикрытием приманку помещают в объемную фигуру (ОФ), например куб, а рядом помещают плоскую фигуру (ПФ), в данном случае квадрат (проекцию куба на плоскость). Затем экран удаляют, и обе фигуры, вращаясь вокруг собственной оси, раздвигаются в противоположные стороны с помощью специального устройства (3). Чтобы получить приманку, животное должно опрокинуть объемную фигуру (4).

Процедура эксперимента позволяла многократно предъявлять задачу одному и тому же животному, но при этом обеспечивать *максимально возможную новизну каждого предъявления.*

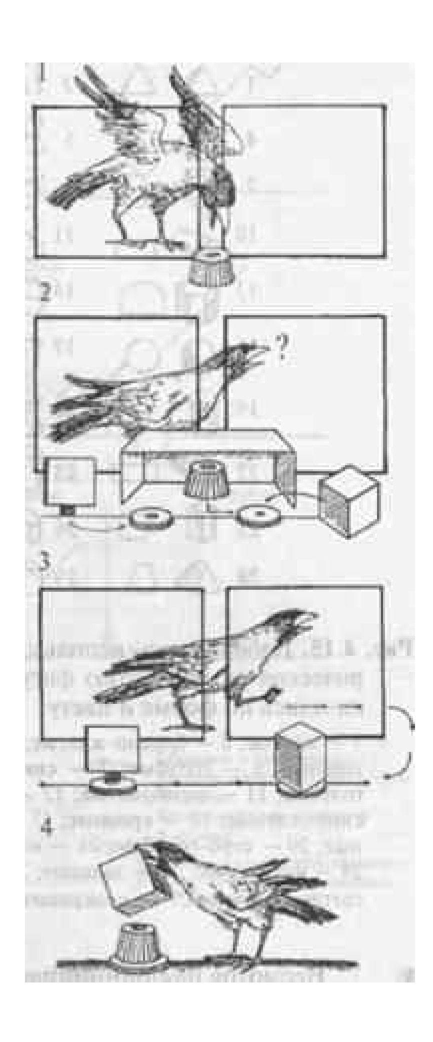


Рис. 4.14. Эксперимент с вороной по оперированию эмпирической размерностью фигур (рисунок Т. Никитиной).

Для этого всякий раз животному предлагали новую пару фигур, отличающуюся от остальных по цвету, форме, размеру, способу построения (плоскогранные и тела вращения) и размеру (рис. 4.15).

Примеры индивидуальных «кривых накопления», демонстрирующих динамику успешности решения задачи на ОЭРФ, даны на рис. 4.16. На этих кривых правильное решение задачи — выбор объемной фигуры — изображен отрезком прямой, направленным под углом 45° вверх по оси абсцисс, выбор плоской фигуры — таким же «шагом вниз», отсутствие выбора — горизонтальным отрезком. Обезьяны, дельфины, медведи и врановые птицы успешно решают эту задачу. Как при первом предъявлении теста, так и при повторных пробах они выбирают преимущественно объемную фигуру. В отличие от них хищные млекопитающие и часть врановых птиц реагируют на фигуры чисто случайно и лишь после десятков сочетаний постепенно *обучаются* правильным выборам.

Эти эксперименты позволили существенно уточнить картину различий в уровнях развития зачатков мышления у животных разных таксономических групп.

Особое значение имеет факт сходства в решении этого теста у врановых птиц и наиболее высокоорганизованных млекопитающих — низших узконосых обезьян, дельфинов, а также медведей, тогда как большинство других хищных млекопитающих его не решает. Такие же различия между ними были обнаружены по показателям формирования *установки на обучение* (см. 3.3.3) и *довербальных*

понятий (см. 5.5.4).

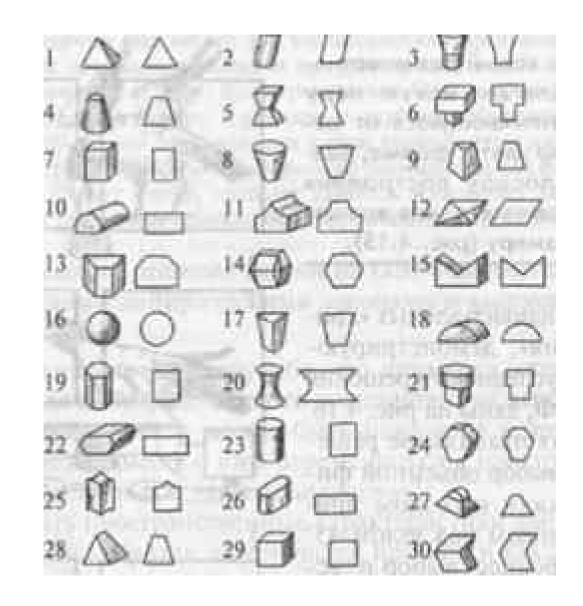


Рис. 4.15. Набор фигур, использованных в тесте на оперирование эмпирической размерностью фигур (по Дашевскому, 1972). Фигуры различались по форме и цвету.

1 — желтые; 2 — бледно-желтые; 3 — темно-серые; 4 — зеленые; 5 — неокрашенные; 6 — голубые; 7 — синие; 8 — темно-зеленые; 9 — желтые; 10— голубые; 11 — серебристые; 12 — зеленые; 13— серые; 14 — бордовые; 15 — сине-зеленые; 16 — красные; 17 — оранжевые; 18 — светло-серые; 19 — черные; 20 — серо-голубые; 21 — малиновые; 22 — темно-розовые; 23 — белые; 24 — малиновые; 25 — золотые; 26 — фиолетовые; 27 — неокрашенные; 28 — светло-розовые; 29 — неокрашенные; 30 — черные.

Несмотря на принципиальные различия в строении мозга млекопитающих и птиц (отсутствие у птиц новой коры), наиболее высокоразвитые представители обоих классов достигают сходных, достаточно высоких уровней развития элементарного мышления.

Контрольный опыт. Схема задачи на оперирование размерностью позволила на ее основе разработать принципиально важный контрольный эксперимент — альтернативу логической задачи. При этом все «внешние атрибуты» опыта сохраняются, за исключением ***собственно логической структуры*** теста.

Задачу, предлагаемую **в** подобном контрольном эксперименте, нельзя решить при первом предъявлении за счет «понимания» ее смысла. То, какой выбор является правильным, можно установить только по ходу последовательных предъявлений теста (Дашевский, 1979). Поясним это на примере, приведенном на рис. 4.17. Слева вверху (А) (как и на рис. 4.14) дана схема исходного теста на ОЭРФ. В контрольном опыте (Б, В) демонстрационные платформы (2), на которых в собственно эксперименте на ОЭРФ животному показывали приманку (1), а затем устанавливали фигуры (4 и 5), заменены кормушками такого же диаметра (3). Подкрепление можно помещать в любую из кормушек, и ее можно накрыть крышкой с прикрепленной к ней ОФ (как на рис. 4.17Б) или ПФ (как на рис. 4.17В).

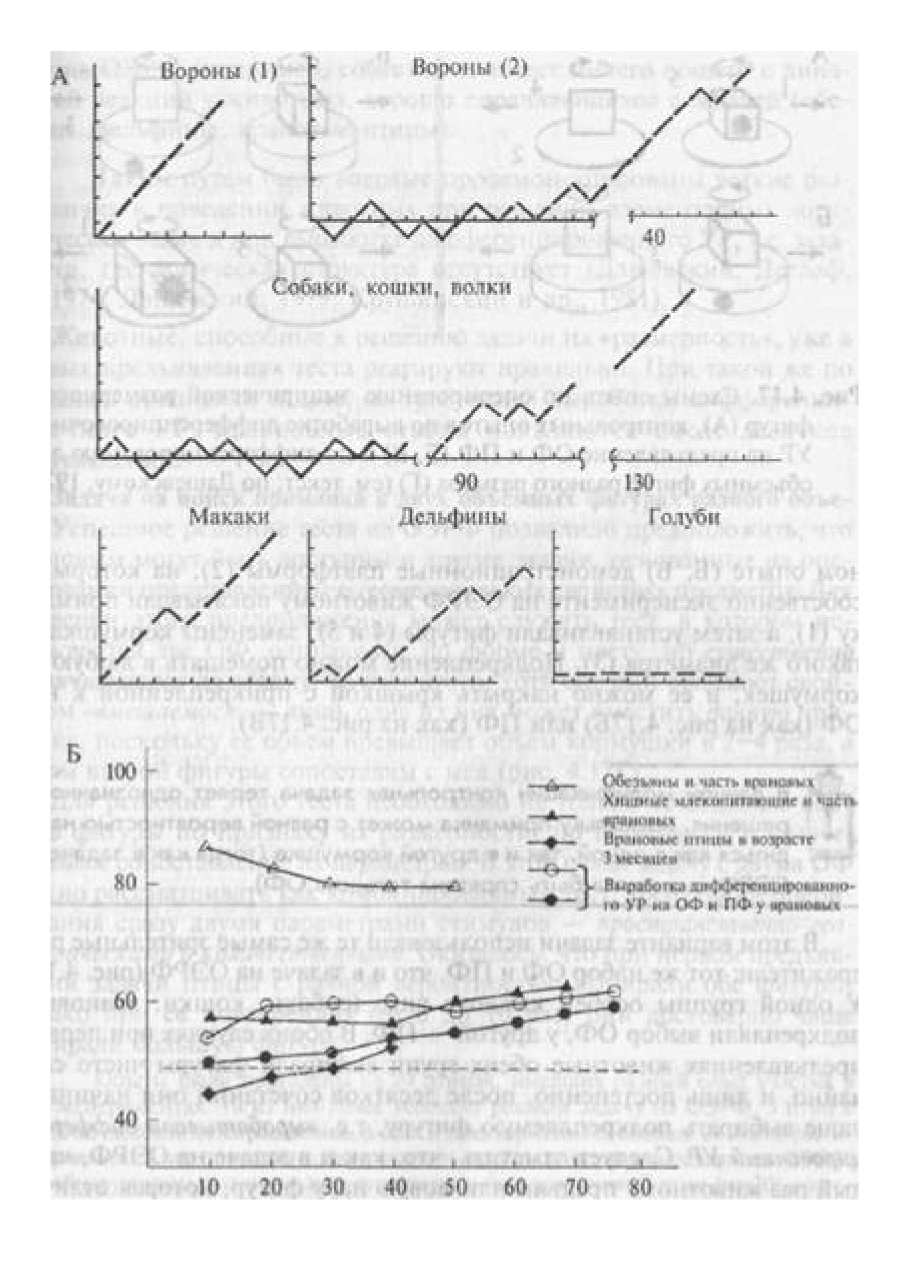


Рис. 4.16. Успешность решения задачи на оперирование эмпирической размерностью фигур животными разных видов.

А — примеры «кривых накопления». По оси ординат — разность между числом правильных и неправильных решений, по оси абсцисс — номера предъявлений; Б — усредненные кривые решения задачи на оперирование эмпирической размерностью фигур и контрольного теста. По оси ординат — доля правильных выборов; по оси абсцисс — номера предъявлений

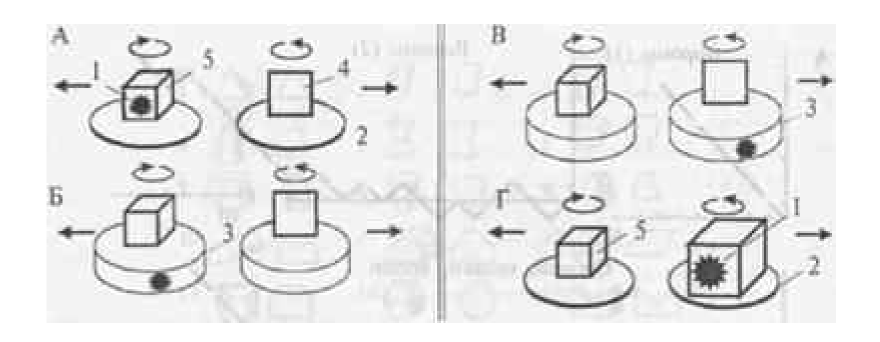


Рис. 4.17. Схемы опыта по оперированию эмпирической размерностью фигур (А), контрольных опытов по выработке дифференцировочного УР на предъявление ОФ и ПФ (Б, В) и по дифференцированию двух объемных фигур разного размера (Г) (см. текст; по Дашевскому, 1979).

В данной модификации контрольная задача теряет однозначность решения, поскольку приманка может с равной вероятностью находиться как в одной, так и в другой кормушке (тогда как в задаче на ОЭРФ она могла быть спрятана только в ОФ).

В этом варианте задачи использовали те же самые зрительные раздражители: тот же набор ОФ и ПФ, что и в задаче на ОЭРФ (рис. 4.15). У одной группы особей каждого вида (собаки, кошки, врановые) подкрепляли выбор ОФ, у другой — ПФ. В обоих случаях при первых предъявлениях животные обеих групп выбирали фигуры чисто случайно, и лишь постепенно, после десятков сочетаний они начинали чаще выбирать подкрепляемую фигуру, т.е. *вырабатывали дифференцировочный УР.* Следует отметить, что, как и в задаче на ОЭРФ, каждый раз животному предъявляли новую пару фигур, которая отличалась от предыдущих по всем второстепенным признакам, кроме одного: одна фигура была плоской, а другая объемной. Тем самым процедура соответствовала выработке дифференцировочного УР на *обобщенный признак* «размерность» (см. 3.3 и 5.5).

Как показывает рис. 4.16Б, динамика обучения дифференцировке существенно отличается от динамики решения задачи на ОЭРФ. Она сравнима с той, которая характерна для животных, плохо решающих тест на ОЭРФ (например, собак) и не имеет ничего общего с динамикой реакций у животных, хорошо справляющихся с задачей (обезьяны, дельфины, врановые птицы).

Таким путем были впервые продемонстрированы четкие различия в поведении животных при решении элементарных логических задач и при выработке дифференцировочного УР, т.е. задачи, где логическая структура отсутствует (Дашевский, Детлаф, 1974; Дашевский, 1979; Крушинский и др., 1981).

Животные, способные к решению задачи на «размерность», уже в первых предъявлениях теста реагируют правильно. При такой же по внешним признакам задаче, но требующей выработки дифференцировочного УР, правильные ответы появляются после десятков предъявлений.

Задача на поиск приманки в двух **объемных фигурах разного объема.** Успешное решение теста на ОЭРФ позволило предположить, что врановым могут быть доступны и другие задачи, основанные на оперировании представлением о геометрических свойствах предметов. Для проверки этого предположения может служить тест, в котором используются две ОФ, одинаковые по форме и цвету, но ***существенно различающиеся по*** *объему.* За счет этого, хотя обе они обладают свойством *«вмещаемости»,* лишь одна из них может вместить *данную* приманку, поскольку ее объем превышает объем кормушки в 2—4 раза, а объем второй фигуры сопоставим с ней (рис. 4.17Г).

Для решения этого теста необходимо не только *качественно* оценить фигуры по признаку их размерности, но произвести и *количественное* сопоставление их параметров. В этой связи задачу с двумя ОФ можно рассматривать как комбинированный тест, требующий оперирования сразу двумя параметрами стимулов — *пространственно-геометрическими и количественными.* Оказалось,

что при первом предъявлении задачи птицы с равной вероятностью выбирали обе фигуры, однако при ее повторениях (от 6 до 10 раз) они достоверно чаще выбирали большую фигуру.

Опыты были проведены на 20 птицах, имевших разный опыт участия в экспериментах: 10 из них ранее успешно решили задачу на ОЭРФ, 5 птиц с этой задачей не справлялись, а еще 5 предварительно вообще не были тестированы. В их поведении при решении этой задачи, как и задачи на ОЭРФ, обнаружились значительные индивидуальные различия: 7 птиц (из 20) достоверно чаще выбирали большую ОФ (в среднем в 87% случаев); 5 птиц выбирали большую фигуру, но это предпочтение было недостоверно (примерно 65%); 4 птицы выбирали обе фигуры одинаково часто, а у 2 птиц обнаружилось предпочтение меньшей фигуры.

Эти индивидуальные особенности птиц при решении данного теста соответствовали показателям решения теста на ОЭРФ. Чем выше были они в тесте на ОЭРФ, тем легче эти птицы справлялись и с «фигурами разного объема». Однако, способность к решению основного теста на оперирование размерностью — условие необходимое, но не достаточное для решения второго.

Как уже указывалось, предполагаемый механизм решения таких тестов — мысленное сопоставление пространственных характеристик имеющихся при выборе фигур и отсутствующей в момент выбора приманки, которая служит как бы эталоном для их сопоставления (Дашевский, 1979). Опыты с использованием двух ОФ, из которых лишь одна могла вместить объемную приманку, также свидетельствуют об участии указанного механизма — мысленного сопоставления параметров фигур и отсутствующей **в** момент выбора приманки. Поскольку эту задачу решает меньшая доля особей, можно заключить, что она представляет для птиц большую сложность, чем предыдущая.

Врановые птицы, дельфины, медведи и обезьяны способны к решению элементарных логических задач, основанных на оперировании пространственно-геометрическими признаками предметов.

4.7. Изучение способности животных к экстренному определению алгоритма изменений положения скрытой приманки. Тест Ревеша-Крушинского.

Этот тест был предложен Дж. Ревешем (Revecz, 1925) для сравнительной оценки рассудочной деятельности обезьян и детей, а позднее и независимо от него использовался Л. В. Крушинским, О. О. Якименко **и** Н. П. Поповой (1983) для изучения онтогенеза невербального мышления человека. Предполагалось, что его можно рассматривать как аналог задачи на экстраполяцию, более подходящий для опытов на человеке.

Опыт ставится следующим образом. Перед животным располагают ряд одинаковых непрозрачных кормушек, накрытых крышками (испытуемым демонстрируют ряд стаканов). В первый раз приманку вне поля зрения животного помещают в первую кормушку и предоставляют возможность ее отыскать. Во второй раз (также незаметно) приманку помещают во вторую кормушку, затем в третью и т.д. После того как приманка обнаружена в первой (1-е предъявление), а затем во второй (2-е предъявление) кормушках, животное уже имеет необходимую и достаточную информацию, чтобы понять, где будет спрятана приманка при следующем предъявлении теста. Иными словами, этой информации достаточно, чтобы определить закономерность дальнейшего перемещения приманки: ***она каждый раз будет находиться в новом месте, ближайшем к предыдущему*** (рис.

4.18).

На рисунке 4.18Б видно, что галка (график слева) находила приманку безошибочно в предъявлениях с 8-го по 11-е, а в 7-м ошиблась только на один «шаг»; у павиана-анубиса (в середине) безошибочные выборы были в 5-м и 6-м. а также в 9-м и 10-м предъявлениях теста; серая крыса (справа) не сделала ни одного безошибочного выбора.

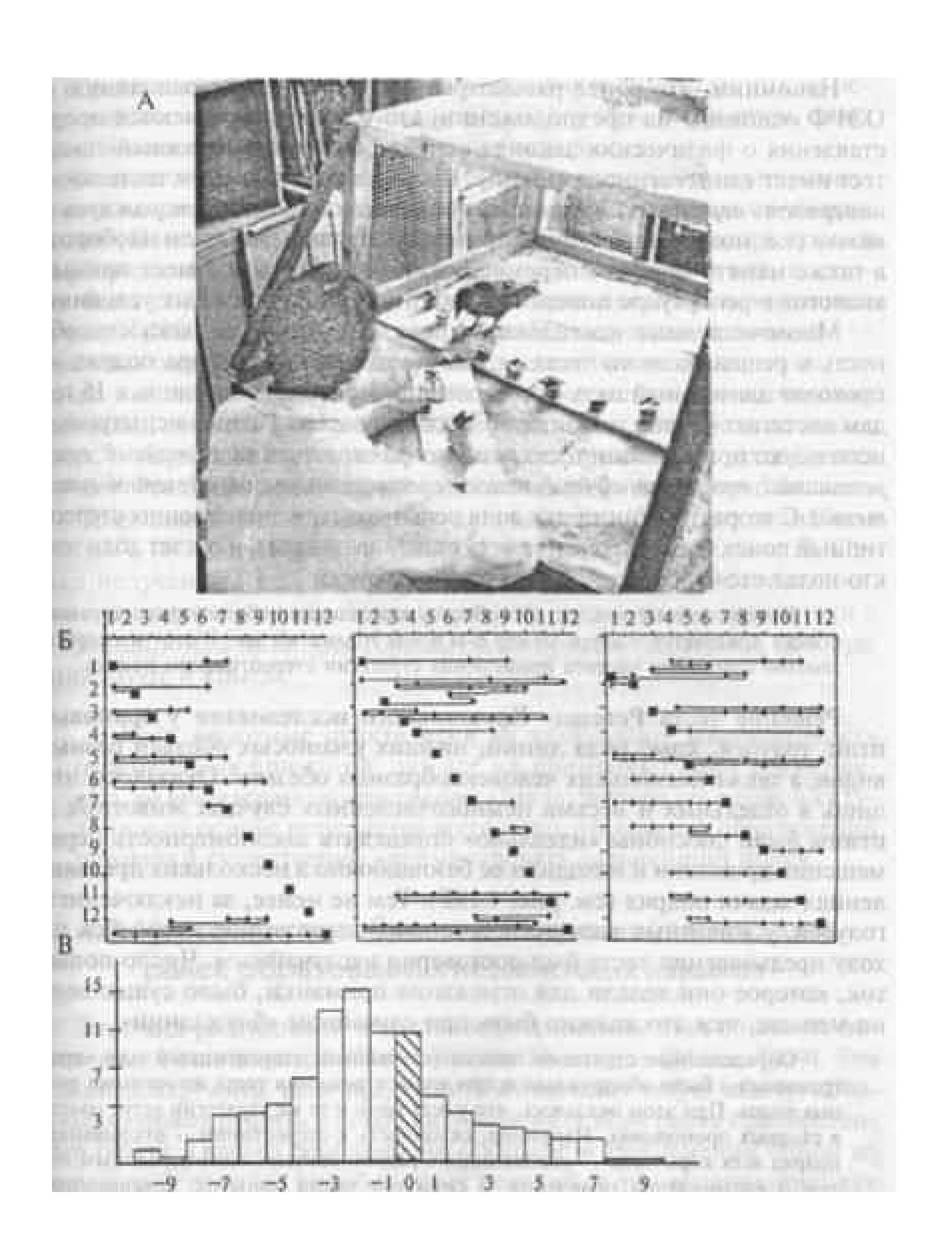


Рис. 4.18. Тест Ревеша—Крушинского.

А — обстановка эксперимента на врановых птицах в лаборатории Л. В. Крушинского; Б — результаты решения теста галкой (слева), павианом-анубисом (в середине) и серой крысой (справа); по вертикали отложены предъявления теста; по горизонтали — номера кормушек; положение приманки обозначено квадратом; неправильные реакции животного отмечены ромбами, соединенными линией; правильное (без предварительных ошибок) решение обозначено одиночным квадратом; В — гистограмма распределения первых выборов кормушек (см. текст).

Напомним, что ранее рассмотренные тесты на экстраполяцию и ОЭРФ основаны

на предположении, что у животных имеются представления о физических законах окружающего мира. Каждый такой тест имеет единственное решение. В то же время в данном тесте *закономерность перемещения приманки задается экспериментатором произвольно* (т.е. можно перемешать приманку справа налево или наоборот, а также менять «шаг» ее перемещения). Эта задача не имеет прямых аналогов в репертуаре поведения животных в естественных условиях.

Многочисленные исследования показали, что у человека способность к решению этого теста — три безошибочных выбора подряд — проходит длительный путь формирования в онтогенезе и лишь к 15 годам достигает уровня, характерного для.взрослых. Разные испытуемые используют при решении теста *разные стратегии поиска: случайный, стереотипный, программный (т.е. поиск в соответствии с определенной гипотезой).* С возрастом снижается доля испытуемых, использующих стереотипный поиск (т.е. открывание всех стаканов подряд), и растет доля тех, кто пользуется собственной программой поиска.

Интересно отметить, что способность использовать собственную программу поиска появляется у детей между 6-м и 7-м годами жизни. В этот же период заметно снижается частота применения стратегии стереотипного поиска.

Решение теста Ревеша—Крушинского исследовали у врановых птиц, голубей, крыс ряда линий, низших узконосых обезьян разных видов, а также нескольких человекообразных обезьян. Оказалось, что лишь в отдельных и весьма немногочисленных случаях животные и птицы были способны «идеально» определить закономерность перемещения приманки и находили ее безошибочно в нескольких предъявлениях задачи подряд (см. рис. 4.18Б). Тем не менее, за исключением голубей, у животных всех исследованных видов выбор кормушек по ходу предъявления теста был достоверно неслучайным. Число попыток, которое они делали для отыскания приманки, было существенно меньше, чем это должно быть при случайном «блуждании».

Определенные стратегии поиска (случайный, стереотипный или «программный») были обнаружены и при анализе решения теста животными разных видов. При этом оказалось, что у всех одни и те же стратегии встречаются в сходных пропорциях. Например, склонность к стереотипии — открыванию подряд всех кормушек — свойственна в равной степени всем изученным видам, а оптимизация поведения — снижение числа попыток, совершаемых при отыскании корма, — составляет около 30% как у человекообразных обезьян, так и у крыс.

Анализ ошибок, совершаемых в процессе решения теста, свидетельствует, что животные всех видов ищут приманку главным образом там, где они ее находили в предыдущих пробах. При этом они крайне редко открывают новые кормушки, хотя условия задачи («приманка каждый раз в новом месте, соседнем с предыдущим») требуют именно этого.

Среди исследованных видов животных ни у одного из них не обнаруживается достоверного улавливания логической структуры задачи — основного правила перемещения приманки.

В подавляющем большинстве случаев все животные ищут приманку не там, где она должна появиться, а в месте ее недавнего обнаружения (Плескачева и др., 1995; 1998). Гистограмма распределения ошибочных первых выборов кормушек по отношению к той, в которой была спрятана приманка в данном предъявлении, приведенная на рис. 4.18В, иллюстрирует этот факт. На гистограмме знаком «+» отмечены ошибки «опережения», когда животное ищет корм там, где его до сих пор еще не было, т.е. впереди от истинного положения приманки, знаком «—» отмечены случаи, когда животное начинает поиск с кормушек, где оно обнаруживало

приманку в предыдущих случаях. Реакций последней категории оказалось достоверно больше.

Предполагалось, что решение данного теста будет доступно животным с наиболее высоким уровнем рассудочной деятельности. Однако полученные результаты не подтвердили этого предположения. Даже человекообразные обезьяны решали задачу не в соответствии с ее принципом, а на основе гораздо более простой стратегии, которую используют и крысы.

Хотя животные практически не улавливают закономерность перемещения приманки, они все же применяют *более примитивную, но универсальную стратегию.* Она позволяет им в новой ситуации и на основе результатов всего лишь нескольких обнаружений приманки существенно оптимизировать дальнейший поиск.

4.8. Изучение способности к экстренной интеграции ранее образованных независимых навыков.

Этот вид рассудочной деятельности животных стал объектом исследования еще в конце 20-х — начале 30-х годов (Maier, 1929). Его можно обнаружить, если предложить животному такую задачу, которую оно может решить в новой ситуации на основе ранее приобретенного опыта. Однако речь идет не о выборе и применении одной из *«готовых»,* т.е. ранее выработанных реакций, а за счет создания, как это было сформулировано Н. Майером (Maier, 1929), *нового решения на основе специфических элементов прошлых представлений или ранее образованных навыков* (см. также 2.8).

Помимо опытов самого Майера, хорошей иллюстрацией такого подхода могут служить эксперименты американского исследователя Р. Эпштейна (Epstein, 1984; 1987; см. ниже). Несколько таких тестов было разработано и в лаборатории Л. В. Крушинского в 70-е годы XX века (см. ниже).

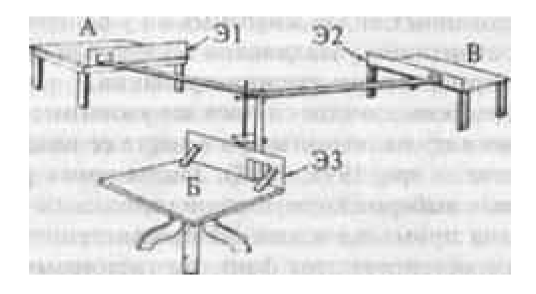


Рис. 4.19. Одна из установок, предложенных Н. Майером для тестирования способности крыс к рассудочной деятельности (Maier, 1929).

4.8.1. Способность к «рассуждению» у крыс.

Существует несколько тестов, решение которых требует экстренной интеграции ранее образованных навыков. На рис. 4.19 показана схема классического опыта Майера для оценки зачатков мышления *(reasoning)* у крыс. В подобных экспериментах можно обнаружить способность животного к реорганизации

имеющегося опыта.

Использованная в этих опытах установка состоит из трех дорожек (длиной 244 см каждая), расходящихся из одной центральной точки. Каждая дорожка заканчивается столиком, отличающимся от остальных по размеру, форме и типу. На столиках установлены деревянные экраны (Э1, Э2, ЭЗ) таким образом, чтобы с одного столика нельзя было видеть, что делается на остальных. После того как крыса обследовала все столики и дорожки, ей давали пищу, например на столике А. Затем крысу помещали на один из двух других столиков, например В, и отпускали. Достигнув центра установки, крыса могла выбрать один из двух путей — на столик А (где ее раньше кормили) или на столик Б. Перед каждым тестом животному давали возможность осмотреть установку. Всякий раз крысу кормили на другом столике. При случайном выборе доля правильных решений равна 50%, однако у некоторых крыс она была гораздо выше. Это позволило автору сделать следующий вывод.

Крысы способны в каждом новом предъявлении комбинировать (интегрировать) имеющуюся у них информацию и делать правильный выбор.

4.8.2. Задача для голубей на «доставание банана».

Американский исследователь Р. Эпштейн (Epstein, 1984; 1987) в ряде работ пытался опровергнуть уже прочно утвердившееся в 80-е гг. XX в. представление о наличии у животных элементарного мышления. В соответствии со взглядами бихевиористов (см. 2.4.3) он задался целью показать, что любое самое сложное поведение высших позвоночных, которое принято считать проявлением разума, есть не что иное, как результат переноса ранее сформированных навыков или другая форма применения ранее приобретенного опыта. Для начала Эпш-тейн попытался воспроизвести на голубях описанные выше опыты В. Келера, где шимпанзе доставали с помощью палок или придвигани-ем ящиков видимую, но недосягаемую для рук приманку.

С этой целью у голубя в камере Скиннера сначала вырабатывали обычный инструментальный УР методом «последовательных приближений» (см. 3.2.3). Голубю давали немного зерна каждый раз, как только он клевал рычаг-манипулятор. Затем рычаг помещали очень высоко — под потолком камеры, так что птица не могла его достать (взлететь в камере голубь не мог). Однако в углу камеры находилась подставка, придвинув которую, можно было легко достать и клюнуть манипулятор (именно так в опытах В. Келера в угол вольеры ставили ящик, с которого шимпанзе мог достать висящий под потоком банан). В течение нескольких часов наблюдений ни один из 11 подопытных голубей по собственной воле не только не пытался передвинуть подставку, но даже не прикоснулся к ней.

Иными словами, поведение голубей коренным образом отличалось от активности, которую обычно развивают для доставания подвешенного банана человекообразные обезьяны (см. 4.5).

Убедившись в том, что голуби сами не догадываются, что нужно делать, у них начали вырабатывать два УР, причем один независимо от другого. В одних сеансах голубей учили подталкивать подставку к зеленому пятну-мишени на полу камеры, т.е. подкрепляли пищей такие движения, причем пятно располагали каждый раз на новом участке пола. Во время этого обучения первый манипулятор из камеры удаляли. В других сеансах (их проводили параллельно и независимо от первых) голубей обучали забираться на подставку и клевать манипулятор. Важно отметить, что во время этих сеансов отсутствовало пятно-мишень на полу камеры. Если же

голуби все же принимались передвигать подставку, то подкрепления за эти движения они не получали.

После того как голуби прочно усвоили каждый из УР, с ними снова провели тот же тест, что и в начале, когда подставка находилась в стороне от манипулятора, а пятно-мишень на полу отсутствовало. В этом случае *задачу решили 4 голубя из* 77. Поглядывая то на манипулятор, то на подставку, они начали постепенно передвигать ее на нужное место. Достигнув цели, голуби взбирались на подставку, клевали манипулятор и получали подкрепление. Напомним, что для формирования каждого из УР птицам требовались многие сотни сочетаний.

Контрольных голубей обучали либо только забираться на подставку и клевать манипулятор, либо только передвигать подставку. Оказалось, что они успешно решают тест только во втором случае. По-видимому, им важно научиться подталкивать подставку, а уж взобраться на нее они могут и без специального обучения.

Авторы рассматривали поведение голубей как результат взаимодействия независимо образованных условных реакций на зрительные стимулы. Они считали, что во время теста у них происходит «функциональная генерализация» навыков, в отличие от генерализации, основанной на сходстве физических признаков стимулов (см. 3.1).

Эпштейн предположил, что это поведение аналогично поведению обезьян и собак при решении подобных задач и что такие процессы у животных разных видов сходны, однако специалисты по высшим когнитивным функциям животных с этим категорически не согласились. Сходство между поведением антропоидов («инсайт» в опытах Келе-ра) и голубей в ситуации «доставания банана» они считали чисто внешним, поверхностным и грубым.

Эксперименты Эпштейна показали, что голуби способны к реорганизации ранее полученных независимых навыков.

Отметим, что невысокий в целом уровень развития рассудочной деятельности этих птиц сильно ограничивает возможности их использования в опытах такого типа. Методика (задача на «доставание банана») может быть использована для сравнительного изучения рассудочной деятельности у тех видов животных, для которых другие тесты на элементарное мышление оказываются слишком сложными.

4.8.3. Тест на экстренное сопоставление стимулов, ранее связанных с разным числом единиц подкрепления: выбор по признаку «больше, чем».

Следующий тест, построенный по тому же принципу, что и описанные выше, был разработан 3. А. Зориной (Зорина и др., 1991) в процессе изучения способности птиц к оценке и оперированию количественными параметрами стимулов. Как известно, животные в процессе обучения усваивают информацию о количестве подкрепления, несмотря на то, что это не предусматривается специальной процедурой. Об этом свидетельствует тот факт, что увеличение размера подкрепления дает возможность ускорить процесс обучения в лабиринте (Рябинская, Ашихмина, 1988). И наоборот, при резком сокращении порции корма нарушаются ранее сформированные навыки. Известно также, что самые разные животные при свободном выборе предпочитают стимулы, которые больше других и по абсолютной величине, и по числу составляющих их элементов.

Предлагаемый тест требует экстренного сопоставления величин

подкрепления, связанного с разными стимулами, в новой для птицы ситуации.

Опыт ставится следующим образом. В процессе предварительной тренировки у птиц вырабатывают серию независимых одиночных пищедобывательных УР (сбрасывание крышки с кормушки). В этот период птицы усваивают информацию о том, что кормушкам разного цвета соответствует определенное число единиц подкрепления: от 1 до 8 зерен пшеницы — для голубей и от 5 до 12 личинок мучного хрущака — для ворон. По окончании предварительного обучения проводят собственно тесты, во время котороых кормушки предъявляют парами в разных комбинациях (20—25 проб). Чтобы сделать ситуацию максимально новой для птиц, в каждой пробе применяют новую комбинацию кормушек, повторяя каждую не более 3 раз за тест. (Для снижения возможного влияния подкрепления на последующие результаты в половине проб приманку помещают в обе кормушки, а остальные пробы идут без подкрепления.)

При проведении собственно теста проверяют, будут ли птицы выбирать кормушку, ранее связанную с большим количеством подкрепления, и в каких пределах они будут осуществлять такой выбор.

Поведение при решении этого теста, с точки зрения авторов, соответствует определению Майера, так как основано на *экстренном сопоставлении независимо приобретенных элементов прошлого опыта* — информации о количестве подкрепления, связанного с каждой из кормушек разного цвета. В процессе решения птица должна сопоставить эту информацию и осуществить новую реакцию — выбор большего подкрепления.

Птицы обоих видов во всем диапазоне исследованных множеств (от 1 до 8 зерен или личинок мучного хрущака) в среднем чаще выбирают стимул, связанный с большим количеством подкрепления. Следует подчеркнуть, что у голубей вероятность правильного выбора тем выше, чем больше абсолютная и относительная разница между сравниваемыми количествами пищи, т.е. когда множества единиц подкрепления имеют резко выраженные различия. У ворон величина различий между сравниваемыми количествами пищи влияла на правильность выбора не столь резко.

Таким образом, оказалось, *что эту элементарную логическую задачу решают и голуби.* Подобно «задаче на доставание банана» она оказалась одной из очень немногих, им доступных.

Полученные с помощью этой методики данные не только *выявили способность к решению еще одной элементарной логической задачи,* но позволили сравнить ее у птиц двух разных видов, т.е. охарактеризовать рассудочную деятельность птиц в сравнительном аспекте.

Вместе с тем эти результаты внесли определенный вклад в характеристику способности птиц к оперированию количественными параметрами среды (которое условно иногда называют «счетом»).

Оказалось, что выбор, который делает птица в новой ситуации (когда ей дают пару стимулов, ранее всегда предъявлявшихся поодиночке), определяется *мысленным сравнением числа единиц подкрепления, соответствующего каждому из стимулов.* Несмотря на то что по условиям опыта экспериментаторы не направляли внимания птиц специально на этот параметр (число единиц подкрепления), они спонтанно оценивали его и запоминали. На этой основе в новой ситуации, без всякой подготовки птицы делают выбор по признаку «больше, чем».

Способность птиц к выполнению такой операции послужила основой для

изучения у них процесса символизации, методика и результаты которого рассмотрены в гл. 5 и 6.

РЕЗЮМЕ.

Рассмотренные методы и экспериментальные приемы исследования элементарной рассудочной деятельности животных дали богатый экспериментальный материал для формирования новых представлений о мышлении животных. В описанных методиках были устранены те ограничения, которые были свойственны методам изучения мышления антропоидов, использованным в начале XX века. Эти методики оказались достаточно универсальными для предъявления животным самых разных видов. Их можно модифицировать так, чтобы предъявлять одному и тому же животному по нескольку раз, сохраняя, тем не менее, определенную степень новизны ситуации.

Работы Л. В. Крушинского и его коллег сформировали самостоятельный подход к исследованию мышления животных, основу которого составил ряд важных положений, ранее не использовавшихся в экспериментах такого рода.

Универсальный эксперимент, который, в соответствии с представлениями Л. В. Крушинского, характеризует рассудочную деятельность животных данного вида или данной группы, планируется так, чтобы обеспечивать:

возможность объективной количественной оценки результатов; применимость к представителям разных систематических групп; получение сравнимых результатов;

возможность исследования физиологических и генетических основ рассудочной деятельности.

1. Какие проявления мышления животных можно исследовать в эксперименте?

2. Каким требованиям должны удовлетворять тесты на рассудочную деятельность животных?

3. Что такое орудийная деятельность и какие механизмы могут лежать в ее основе у животных разных видов?

4. Какие стороны рассудочной деятельности выявляют тесты, предложенные Л. В. Крушинским?

Глава 5. ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБНОСТИ ЖИВОТНЫХ К ОБОБЩЕНИЮ И АБСТРАГИРОВАНИЮ.

Данные об операциях обобщения и абстрагирования, составляющих важное свойство мышления животных. Краткое описание экспериментальных процедур, которые используются для изучения этих функций. Примеры признаков, которые могут обобщать животные (абсолютные, относительные, отвлеченные и др.). Определение доступных животным уровней обобщения и абстрагирования (допоня-тийный, «естественные» понятия (категории), довербальные понятия, символы). Конкретные примеры из классических работ Н. И. Лады-гинойКотс (1923), О. Келера (1956), С. Бойзен (Boysen, 1993), Л. А. Фирсова (1982, 1993), а также из

новейших исследований. Описание процесса обобщения признаков («симметрия», «новизна», «больше», «сходство», «число» и др.) у представителей разных видов. Обсуждение современных представлений о способности животных к обобщению и о роли довербальных понятий как основы процесса символизации (см. также гл. 6).

5.1. Общие сведения.

В этой главе рассмотрены те когнитивные способности, благодаря которым мышление выступает как «обобщенное и опосредованное отражение действительности». Как уже упоминалось (см. 1.4), оно включает следующие операции: анализ и синтез, сравнение, ***обобщение и абстрагирование.*** Мы обратимся к двум последним операциям.

Обобщение и абстрагирование обеспечивают ту сторону мышления животных, которая не связана с экстренным решением новых задач, а основана на способности в процессе обучения и приобретения опыта *выделять* и *фиксировать относительно устойчивые, инвариантные свойства предметов и их отношений.*

Это обеспечивает возможность не только реагировать на конкретные признаки единичных предметов и явлений, усвоенные в процессе обучения, но и создает основу для адекватных реакций в новой ситуации, при появлении новых стимулов или событий того же класса. Операция обобщения тесно связана с функциями памяти. По мнению Л. А. Фирсова (1972; 1993), «феномен конкретного обобщения можно рассматривать как функциональные блоки систематизированной информации о предметах, явлениях, действиях, отношениях, тождестве и многом другом, хранящиеся в аппаратах памяти». Согласно его гипотезе, избирательное «использование информации таких блоков (у человека они могут быть выражены словами) является реальным основанием для формирования *эвристических решений* (перенос, инсайт, экстраполяция и т.д.) и дает резервную информацию для формирования оптимальных стратегий поведения».

Обобщение — мысленное выделение наиболее общих свойств, *объединяющих* ряд стимулов или событий; переход от единичного к общему. Благодаря *операции сравнения* поступающей информации с хранящейся в памяти (в данном случае с понятиями и обобщенными образами) животные могут совершать адекватные реакции в новых ситуациях.

Абстрагирование отражает другое свойство мыслительного процесса — независимость сформированного обобщения от второстепенных, несущественных признаков. И. М. Сеченов (1935) образно определял эту операцию как «удаление от чувственных корней, от конкретного образа предмета, от комплекса вызываемых им *непосредственных ощущений»* (курсив наш. — *Авт.).*

Вопрос о ***психофизиологических механизмах,*** лежащих в основе выполнения указанных операций, пока еще далек от разрешения. В качестве рабочей гипотезы можно принять постулированное Л. А. Фирсовым (1982; 1993) подразделение процессов обучения на *первичные и вторичные.*

Первичное обучение — процесс ассоциативный, связанный с формированием конкретных реакций на конкретные раздражители. Он предусмотрен процедурой эксперимента и контролируется с помощью подкрепления. В отличие от него *вторичное обучение* — процесс когнитивный, основанный на *формировании мысленных представлений (образов).* Он происходит одновременно с первым и

обеспечивает дополнительную переработку информации, получаемой в ходе первичного обучения (см. также 3.4.2; 3.4.5).

Благодаря вторичному обучению предметы и явления мысленно группируются (объединяются) по общим для них свойствам, что и составляет сущность операции обобщения.

Способность к обобщению и абстрагированию зависит от возраста животного, его индивидуальных особенностей, а также от уровня филогенетического развития данного вида (см. 5.4).

5.2. Методические основы экспериментов по изучению операций обобщения и абстрагирования.

В главе 3 мы уже говорили о том, что основой для изучения операций обобщения и абстрагирования в экспериментах на животных служат два основных методических подхода:

- ♦ выработка дифференцировочных УР (см. 3.3);
- ♦ обучение выбору по образцу (см. 3.4.5).

Изучение этих операций основано на некоторых общих принципах (гл. 3). Например, используют такие варианты предъявления стимулов:

♦ животному предоставляют *альтернативный выбор* из двух стимулов: один из них подкрепляется (S+), а другой не подкрепляется (S—);

♦ при множественном выборе для сравнения с образцом (или при выработке дифференцировки) предлагается несколько стимулов, один из которых положительный, а несколько — «отрицательных», т.е. неподкрепляемых стимулов (рис. 5.1, см. также 3.3).

Предъявление раздражителей может быть:

♦ *одновременным,* когда оба дифференцировочных стимула или же образец и оба стимула для выбора, сразу попадают в поле зрения животного;

♦ или *последовательным,* когда стимулы для различения (дифференцировочные) предъявляют по очереди; в случае если проводят обучение выбору по образцу, то сначала предъявляют образец, а затем — стимулы для выбора.

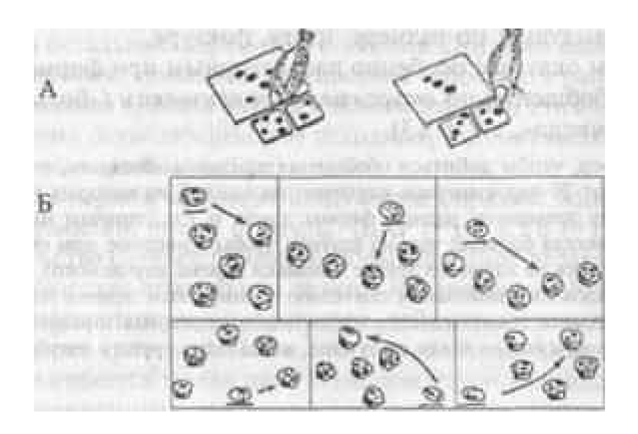


Рис. 5.1. Схема экспериментов с птицами методом выбора по образцу. А —

альтернативный выбор; Б — множественный выбор по признаку «число элементов». Стрелкой отмечен стимул, соответствующий образцу (по О. Келеру).

В разделе 3.3 были описаны также режимы обучения, применяемые в исследованиях способности животных к обобщению и абстрагированию. Согласно *первому,* дифференцировочный УР или реакцию выбора по образцу вырабатывают с использованием одной определенной пары (или немногих пар) стимулов.

Например, КУБ (+) делают подкрепляемым, т.е. положительным стимулом, а ШАР (—) — неподкрепляемым, т.е. отрицательным (причем оба окрашены одинаково). Когда животное достигает условного критерия правильных реакций (выбирает КУБ не менее чем в 80% случаев в 30 предъявлениях подряд), можно считать, что у него сформировался УР дифференцирования данных фигур по признаку формы. (Условный критерий обученности — это принятая в данном экспериментальном протоколе доля правильных реакций животного, после достижения которой его считают «обучившимся». Условный критерий может составлять 80 или 75% правильных ответов в тесте за определенное число предъявлений).

Сходным образом при обучении выбору по образцу на этом первом этапе также используется одна пара (или ограниченное число пар) стимулов. При этом вырабатывается частное правило выбора одного из них по сходству с данным образцом. Если образец — КУБ, то выбирать надо КУБ, а не ШАР; если образец ШАР, то выбирать надо ШАР, а не КУБ.

Второй режим называют ***режимом систематического варьирования второстепенных параметров*** стимулов. Чаще всего при изучении обобщения используют именно этот метод (Kohler, 1956; Дашевский, Детлаф, 1974; Wright et al., 1988). Он направлен не на выработку конкретных реакций на конкретные стимулы, а на выявление общего для многих стимулов признака и формирование *единого (отвлеченного) правила выбора.* При использовании этого режима животному с самого начала обучения предъявляют не одну пару стимулов, а целый их набор *(set),* и они различаются по всем второстепенным параметрам, кроме основного признака, подлежащего обобщению.

Например, при выработке упомянутой выше дифференцировки можно использовать не одни и те же КУБ и ШАР до достижения критерия, а несколько пар таких фигур, так что каждая может отличаться от предыдущей по размеру, цвету, фактуре.

Этот прием оказался особенно плодотворным при формировании у животных обобщения по *относительным признакам* («больше», «соответствие», «число», см. 5.5.3).

Например, чтобы добиться обобщения признака «больше», с самого начала чередуют 20 пар стимулов-карточек, на каждой из которых изображено по нескольку элементов разной формы, цвета и т.п., причем на одной их количество всегда больше, чем на другой. Чтобы животное при обучении не ориентировалось на какие-то другие признаки (кроме изучаемого), набор стимулов и порядок их применения тщательно планируются заранее (см. рис. 5.3).

Убедительные доказательства эффективности режима варьирования второстепенных признаков были получены, когда одну группу голубей обучали выбору по образцу с использованием различных комбинаций 152 стимулов (цветных картинок), а вторую — только с двумя картинками.

Для достижения принятого авторами критерия обучения (75%) птицам первой группы потребовалось более 27000 предъявлений (18 месяцев экспериментов). Они успешно выполнили тест на перенос и выбирали новые стимулы в 80% случаев. Голуби второй группы, обученные только с двумя стимулами, разумеется, не могли выбирать по сходству с образцом новые стимулы.

Несмотря на то, что голуби в данном случае продемонстрировали потенциальную способность научиться использованию единого (абстрактного) правила «выбирай похожее», авторы все же полагают, что для этого вида более характерно «использовать абсолютные признаки стимулов и формировать ассоциации между ними» (Wright et al., 1988).

В процессе многократного повторения серий обучения в любом из указанных режимов постепенно повышается доля правильных реакций животного. Обучение завершается после того, как животное достигло условного критерия обученности (будь то дифференцировочный УР или реакция выбора по образцу). Обычно это должно быть не меньше, чем 80% правильных выборов за 30 предъявлений, что обеспечивает достоверное отличие от случайного уровня ($p<0,001$).

После достижения критерия проводят наиболее важную часть процедуры — так называемый ***тест на перенос,*** т.е. на умение *применить* усвоенные правила выбора к новым стимулам. Его назначение — проверить, в какой степени у животного сформировалось *обобщение* подкрепляемого признака. Тест состоит в том, что вместо стимулов, использованных при первичном обучении, вводят новые, в разной степени отличающиеся от исходных. В приведенном выше примере после выработки дифференцировки КУБ (+) и ШАР (—) животным показывали фигуры тех же форм, но другого цвета или другого размера. Результаты теста позволяют выявить, может ли животное узнавать признак, выбор которого подкрепляли в процессе обучения, если изменены остальные параметры стимулов. Другими словами, тест позволяет оценить, способно ли животное применять ранее сформированные *частные правила выбора* к новым наборам стимулов, в той или иной степени отличающимся от исходных, т.е. *переносить на них ранее выработанное правило выбора.*

Тест на перенос проводят следующим образом: животному начинают предъявлять новые стимулы: ШАР (—) и КУБ (+) нового цвета. В большинстве случаев первые выборы животное делает «наугад», поэтому количество правильных ответов не превышает 50%. Предъявление этой пары стимулов продолжают, добиваясь правильных реакций и достижения критерия. После этого снова проводится тест на перенос: предъявляется новая пара стимулов, отличающихся уже по другим второстепенным признакам (но, возможно, что и снова по тем же, что и в первом случае). Например, предъявлявшиеся ранее КУБ и ШАР могут отличаться теперь только по размеру или же снова по цвету, но теперь они будут окрашены по-другому. Обучение точно так же продолжают до достижения критерия и т.д.

Процедуру повторяют многократно, последовательно используя в опытах десятки пар сходных стимулов, пока животное уже при первом (или одном из первых) предъявлении не начнет выбирать правильно любые новые ШАР или КУБ. Это свидетельствует, что животное сопоставляет полученную в процессе первичного обучения информацию и *объединяет* все фигуры по *общему* для них признаку — геометрической форме (в данном случае кубической).

Если при очередном тесте на перенос животное сразу же реагирует безошибочно, то это означает, что теперь оно делает выбор на основе *единого* (а не частного) *правила.* Можно считать, что у него произошло *обобщение* признака «КУБ».

Подавляющему большинству видов животных для формирования обобщения и абстрагирования требуется от нескольких десятков до нескольких сотен

предъявлений. Исключение составляют приматы и дельфины, у которых эта операция может произойти после единственной серии обучения (Oden et al., 1988; Pack et al., 1991).

Для того чтобы результаты теста на перенос могли доказать или опровергнуть наличие обобщения, он должен удовлетворять нескольким условиям (Santiago et al., 1984; Wright et al., 1988).

♦ Стимулы в тесте на перенос (т.е. предметы, которые животное должно различать или выбирать по сходству с образцом) должны быть не только новыми, но и как можно сильнее отличаться от тех, что были использованы при исходном обучении. Поскольку животные могут быстро усвоить, какие именно стимулы связаны с отсутствием подкрепления, предъявлять новые следует с соблюдением нескольких правил. Либо *их следует давать всего несколько раз,* либо *не подкреплять правильный выбор,* либо *подкреплять выбор не во всех предъявлениях.* В связи с этим в тесте на перенос рекомендуется либо совсем не использовать подкрепление, либо не давать подкрепления после отдельных случайно выбранных предъявлений (например, не подкреплять каждое десятое).

♦ Доля правильных выборов новых стимулов должна быть не ниже достигнутой в результате обучения и намного превышать слу чайный уровень (80% за 30 предъявлений, $p<0{,}001$).

5.3. Оценка уровня обобщения и абстрагирования в тестах на перенос.

Доступный животным уровень обобщения может существенно варьировать в зависимости от многих факторов. Степень обобщения того или иного признака можно оценить и качественно, и количественно, используя ряд приемов и критериев.

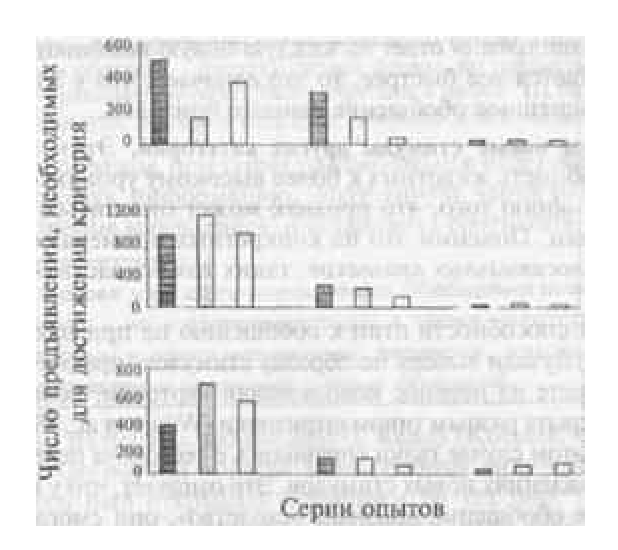


Рис. 5.2. Формирование у вороны обобщенного правила выбора по признаку «сходство». Стимулами были карточки разного цвета (белые столбики), множества с разным числом элементов (заштрихованные столбики) и арабские цифры (черные столбики). В каждой следующей серии достижение критерия требовало меньше предъявлений.

1. Перенос на новые стимулы той же категории. Это первый способ оценки уровня обобщения. В примере, который мы рассматривали в предыдущем разделе, обобщение должно было происходить по конкретному признаку — кубической форме предмета (против шарообразной).

В процессе обучения число сочетаний, необходимое для появления адекватной реакции на каждую новую пару стимулов, постепенно снижалось.

Число сочетаний, необходимое для достижения выбранного критерия правильных выборов новых стимулов после теста на перенос, может быть показателем достигнутого животным уровня обобщения. Чем меньше эта величина, тем ближе животное к формированию обобщения по данному признаку (рис. 5.2).

Число тестов на перенос, число серий обучения с новыми стимулами, а также число предъявлений, необходимых для достижения критерия в каждой последовательной серии, — все эти показатели могут служить *количественной характеристикой динамики* процесса формирования обобщения. Такие сопоставления можно проводить у данного животного на разных стадиях усвоения *общего правила выбора* или у животных определенного вида в сопоставлении с другими видами. Результаты такого сопоставления показаны на рис. 5.2.

Если «правильный» ответ на каждую новую комбинацию стимулов достигается все быстрее, то это означает, что у животного происходит успешное обобщение данного признака.

2. Перенос на новые стимулы других категорий. Этим методом исследуют способность животных к более высокому уровню обобщения, т.е. к пониманию того, что признак может относиться к более «общей» категории. Поясним это на конкретных примерах обобщения птицами *относительных признаков,* таких как «сходство», «больше» и т.п.

Для изучения способности птиц к обобщению по признаку «сходство» их сначала обучали выбору по образцу стимулов (предметов) разного цвета, а в тесте на перенос использовали карточки, поверхность которых была покрыта разным типом штриховки (Wilson et al., 1985, a, b). Оказалось, что в этом случае галки справились с тестом на перенос при первых же предъявлениях новых стимулов. Это означает, что у них произошло успешное обобщение признака «сходство», они смогли сформировать *единое правило выбора,* общее для разных категорий признаков. Они *абстрагировались* от конкретных особенностей стимулов.

Большинство видов животных не справляется с переносом правила выбора по сходству с образцом от исходных стимулов на стимулы другой категории. Такой уровень обобщения оказывается для них слишком сложным.

Так, в упомянутой выше работе Уилсона голуби, обученные выбирать стимулы по сходству цвета, не смогли правильно устанавливать сходство по типу штриховки, и решению этой задачи они обучались почти заново. Даже врановые птицы, у которых в целом такие способности развиты достаточно высоко, осуществляют перенос на стимулы другой категории не во всех случаях. Так, в опытах Смирновой и др. (1998) вороны успешно усвоили правило выбора стимулов по сходству цвета. Однако для достижения более высокого уровня обобщения по признаку «сходство» потребовалось провести несколько дополнительных серий (которые были названы «доучиванием»). Только после этого птицы смогли безошибочно выбирать по сходству с образцом стимулы двух новых категорий — арабские цифры и множества — и в дальнейшем правильно реагировали на новые стимулы этих категорий. (В исследованиях, связанных с сопоставлением числа предметов, а также при анализе

способностей птиц к «счету» множествами называются сгруппированные объекты, числом более одного, которые предъявляются птице на специальных карточках. В качестве таких «множеств» используют графические изображения разного числа объектов — точек, прямоугольников и т.п).

3. Перенос правила выбора на стимулы другой модальности (кроссмодальный перенос). Этот способ оценки уровня обобщения особен но важен, поскольку его рассматривают как одно из доказательств наличия у животных мысленных представлений о свойствах предметов и событий окружающего мира. Одной из первых такую способность наблюдала в своих экспериментах Н. Н. Ладыгина-Котс (1925).

Детенышу шимпанзе, который успешно освоил выбор по сходству, показывали образцы — фигурки разной формы, но предметы, с которыми следовало сравнивать образец, были спрятаны в мешок. Их он должен был выбирать на ощупь, засунув в него руку. Обезьяна успешно выполнила этот тест.

Таким образом, при таком *кроссмодальном* переносе обезьяна смогла сопоставить информацию, полученную через разные сенсорные каналы (зрение и осязание), и установить соответствие стимулов.

На основе уже сформированного обобщения животные *(не* только приматы, но и врановые птицы, а также некоторые другие виды) способны к кроссмодальному переносу, который базируется на сопоставлении признаков разных категорий.

Одним из первых это доказал О. Келер (Koehler, 1956) в опытах на попугаях. Он обучил попугая жако особому виду выбора по образцу: тот должен был открывать кормушки до тех пор, пока не находил кормушку с одной «единицей» приманки, если перед этим ему подавали единичный звуковой сигнал, или же отыскивал кормушку с двумя «единицами» подкрепления, когда сигналов было два. Когда этот навык был достаточно упрочен, перед птицей поставили пять кормушек. На крышках трех из них по-прежнему ничего не было, а на двух других были изображены одна или две точки. *Без всякого дополнительного обучения* попугай сбрасывал крышку с одной точкой, если слышал единичный звуковой сигнал, и крышку с двумя точками, если сигналов было два. Следовательно, попугай смог обобщить информацию о величине множеств разной природы (образцом было число последовательных звуковых сигналов, а для сравнения давали карточки с разным числом объектов на них, т.е. зрительные стимулы). Попугай смог использовать эту информацию, когда надо было сделать выбор между стимулами, принадлежащими другой модальности — зрительной.

В описанных выше экспериментах были использованы приемы, позволяющие оценить способность животных к операции обобщения. В них данная способность выступает как *мысленное объединение предметов и явлений по одинаковым свойствам.*

4. Оценка уровня абстрагирования в опытах с различением множеств.

Степень независимости уже сформированного обобщения от второстепенных признаков можно также оценить, применяя особые экспериментальные приемы. Они определяют ***уровень абстрагирования,* т.е. *инвариантности,*** и позволяют выяснить, какие признаки данной серии стимулов *животное способно игнорировать,* если оно реагирует на новые стимулы в соответствии со сформированным обобщением.

Чем больше стимулы в успешно решаемом тесте на перенос отличаются

от использованных при первичном обучении, тем выше достигнутая степень абстрагирования, тем более отвлеченным можно считать сформированное животным правило выбора и лежащее в его основе обобщение.

При выяснении степени абстрагирования (в пределах одной категории) можно последовательно менять такие свойства предметов и изображений, применяемых в качестве стимулов, как цвет фигур и фона, их размеры, контрастность, форма и т.д.

Например, крыс, шимпанзе и детей 2 лет научили выбирать белый треугольник на черном фоне, а затем проводили тест на перенос. Оказалось, что когда фон сделали белым, а треугольник — черным, крысы перестали его узнавать и реагировали на эти стимулы, как на новые. Их приходилось предъявлять снова и снова и подкреплять правильный выбор, чтобы животные научились правильно реагировать. То же самое происходило при изменении ориентации белого треугольника на черном фоне. В отличие от крыс, с таким тестом справлялись и шимпанзе, и дети. Следовательно, у них произошло обобщение признака «треугольность» и они оказались способными абстрагироваться (отвлекаться) от таких второстепенных черт, как окраска фигуры и фона, а также ориентация треугольника. В то же время, когда треугольник изобразили в виде совокупности точек, его смогли опознать как «треугольник» только дети, но не шимпанзе. Таким образом, способность к абстрагированию этого признака у шимпанзе хотя и была велика, но все же оказалась ниже, чем у детей.

В работе 3. А. Зориной и А. А. Смирновой (1995) уровень абстракции в процессе обучения был исследован еще более детально. У ворон вырабатывали дифференцировочные УР выбора карточки, на которой было изображено множество с большим, чем на другой карточке, числом элементов.

Такими картонными карточками накрывали две одинаковые кормушки, расположенные в 15 см друг от друга (рис. 5.3А). Элементами множеств (в интервале от 1 до 12) служили небольшие кружки, прямоугольники, треугольники и др. Если птица сбрасывала карточку с изображением большего числа элементов, она находила в кормушке подкрепление — личинок мучного хрущака. Оба стимула предъявляли одновременно, так что выбор был альтернативным. Обучение проводили в *режиме систематического варьирования второстепенных параметров* стимулов, т.е. последовательно чередовали 40 комбинаций множеств в диапазоне от 1 до 12.

После 200-250 предъявлений вороны начали достоверно чаще выбирать подкрепляемый стимул — множество, содержащее большее число элементов (т.е. делали не менее 80% правильных выборов в 30 предъявлениях подряд).

В *тестах на перенос,* когда воронам предъявляли новые комбинации стимулов того же диапазона, они сразу же достоверно чаще выбирали большие множества.

Проведенные в этой работе тесты на перенос позволили оценить, от каких именно признаков способны абстрагироваться птицы, выбирая стимул с «большим числом» элементов. Тесты показали, что:

♦ птицы продолжают выбирать любое большее множество из новых пар (в том же диапазоне — от 1 до 12), даже если они отличались от исходных *по форме и цвету элементов, их расположению и цвету фона;*

♦ птицы продолжают реагировать правильно, несмотря на то, что предъявленные в качестве стимулов *множества труднее различимы* (например, 7 и 8, 8 и 9, 11 и 12), чем использованные при обучении (1 и 6, 5 и 10, 7 и 12);

♦ вороны могут абстрагироваться от такого признака, как *суммарная площадь элементов множества,* и делают выбор того или иного множества именно на основе *соотношения числа элементов,* даже если площадь большего множества была по

абсолютной величине меньше, чем меньшего;

♦ птицы выбирают по признаку *«большее множество»* даже *новые, ранее никогда не применявшиеся стимулы* (множества с числом элементов от 10 до 25; рис. 5.3Б);

Ни в одном из тестов птицам не пришлось «доучиваться»: доля правильных выборов новых стимулов сразу же достоверно превышала случайный уровень.

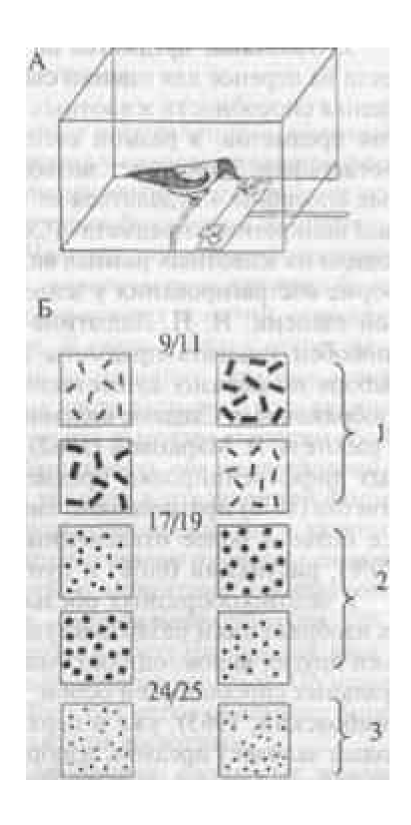


Рис. 5.3. Схема экспериментов по формированию обобщения признака «больше, чем». А — схема опыта; Б — примеры множеств, предъявляемых в тесте. В парах множеств для сравнения — 1 и 2 — показаны стимулы, у которых суммарная площадь большего множества больше (первая сверху пара карточек) или меньше (вторая сверху пара), чем меньшего; 3 — в паре 24/25 птица выбирала успешно только если большее множество имело и большую площадь. (Зорина, Смирнова, 1995; 1996).

Выбор в тестах на перенос определялся именно признаком «большее число» элементов, абстрагированным от сопряженных с ним второстепенных признаков.

5. Опознание предметов по их изображениям — еще один вариант теста на перенос для оценки степени абстрагирования. Имеется в виду оценка способности животных реагировать на графические изображения предметов, в разной степени похожие на прототип, или на их фотографии. Такой тест позволяет оценить, в какой степени животные способны «...удаляться от чувственных корней, от реального образа конкретного предмета» (Сеченов, 1935). Такие исследования проводили на животных разных видов. Оказалось, что способность к этой форме абстрагирования у животных имеется, но представлена в разной степени. Н. Н. Ладыгина-Котс (1923)

отметила, что Иони был способен узнавать предметы по фотографиям, однако успешность выбора по образцу существенно снижалась при замене образца его изображением. Сходное явление было обнаружено и у низших обезьян. В работе А. Я. Марковой (1962) было показано, что у макаков, обученных дифференцировке предметов разной формы, доля правильных ответов (80%) прогрессивно снижалась по мере того, как их заменяли все более и более отвлеченными изображениями — фотографиями (70%), рисунками (60%) и пунктирными линиями (50%).

У человекообразных обезьян способность узнавать предметы по их изображениям развита в существенно большей степени, чем у обезьян других видов, однако она также зависит от возраста и индивидуальных способностей особи. Так, по данным К. и К. Хейс (цит. по: Дембовский, 1963), уже в первые месяцы жизни детеныш шимпанзе подает человеку предмет, изображение которого ему показывают. «Говорящие» обезьяны рассматривают картинки и по собственной инициативе «называют» изображенные на них предметы (см. гл. 6). Шимпанзе, у которых сформировано обобщение по признаку «больше», после изначального сравнения плоских изображений правильно реагируют на соответствующие реальные (объемные) предметы, т.е. легко осуществляют перенос. У макаков такого обобщения не было, и им приходилось всему учиться практически заново. Капуцины занимают промежуточное положение. Сходная картина была обнаружена и в опытах, когда в качестве образца использовали изображения предметов, а для выбора предлагали натуральные предметы, или наоборот (Малюкова и др., 1990; 1995). Следовательно, уровень абстрагирования, доступный низшим узконосым обезьянам, существенно ниже, чем у человекообразных обезьян.

В процессе специальным образом организованного обучения животные приобретают способность реагировать не только на конкретные, использованые при обучении стимулы, но и на стимулы со сходными признаками. Если при первоначальном обучении формируются *частные правила выбора* по конкретным признакам, то благодаря операции обобщения такое правило становится *единым* — *отвлеченным.*

5.4. Уровни обобщения и абстрагирования, доступные животным.

Согласно существующим в психологии определениям, *результатом* операций обобщения и абстрагирования у человека является формирование ***понятий.*** Наряду с умозаключениями и суждениями понятия являются *формами* мышления, которые фиксируют отличительные признаки предметов и явлений. Человек оперирует понятиями разного уровня. Наряду с конкретными, *эмпирическими* для него более характерно образование отвлеченных, *абстрактных* понятий, выраженных в словесной (символический) форме. В связи с этим у отечественных физиологов и особенно философов применение термина *«понятие»* при трактовке поведения животных часто вызывало возражения. Однако несомненная способность животных к высоким степеням обобщения и абстрагирования диктует необходимость его употребления.

Способность животных выделять и хранить в отвлеченной форме информацию о наиболее устойчивых свойствах предметов и явлений обозначается в мировой литературе терминами *concept и concept-formation.* Следует еще раз напомнить, что, говоря о «понятии» у животного, обычно подразумевают, что это понятие ***«довербалъное»*** (Фирсов, 1982; 1993), т.е. результаты операций обобщения и абстрагирования хотя и хранятся в отвлеченной форме, но не выражаются словами. По нашему мнению, такая формулировка Л. А. Фирсова четко описывает

определенный уровень когнитивной деятельности животных.

Критерием для определения уровней обобщения, доступных животным, может быть степень разнообразия стимулов (или «диапазон отличий»), на которые они положительно реагируют в тесте на перенос (т.е. «узнают» обобщенный признак). По мнению ряда авторов (Фирсов, 1993; Mackitosch, 1985; 2000), на основе этого критерия можно надежно выделить по крайней мере два основных уровня обобщения, доступных животным, — «допонятийный» и «довербально-понятийный».

«Допонятийный» уровень обобщения. Он отражает способность к обобщению стимулов по абсолютным характеристикам, к выделению общего признака «в наглядно представленных конкретных объектах». Критерий достижения этого уровня обобщения — способность к переносу ранее выработанной реакции на *новые стимулы той же категории.* Можно сказать, что при этом отражение действительности осуществляется в форме ощущений, восприятий, представлений. При этом формируется *правило выбора* (например, по сходству), но правило *частное.* Оно действует только в отношении стимулов данной категории (в рассмотренном случае — цвета), а при предъявлении новых стимулов (у нас — по-разному заштрихованных предметов) животному приходится учиться заново. Такое обобщение обеспечивает способность, например, реагировать на любые предметы определенной формы (здесь — любые шары) или любые объемные фигуры, в отличие от плоских.

Допонятийное обобщение — это именно тот уровень, который доступен большинству животных и который выявляется обычными методиками. Долгое время считалось, что это единственный доступный им уровень (Протопопов, 1950; Ладыгина-Котс, 1963).

Довербальные понятия. На основе процессов обобщения и абстрагирования у животных могут формироваться также *довербальные понятия.* Это означает способность к более высокому уровню обобщения, когда информация о свойствах предметов и явлений хранится в более отвлеченной форме.

Такой уровень обобщения (формирование довербальных понятий) проявляется как способность к переносу правильных выборов на более широкий диапазон стимулов, в том числе стимулов других категорий и других модальностей.

Так, в приведенном выше примере обучения птиц выбору по образцу из работы Уилсона и соавторов (Wilson et al, 1985b) о наличии такого обобщения свидетельствовали правильные ответы галок на новые стимулы совершенно другой категории (не цвет, а разные типы штриховки). В этом случае птицы, правильно решившие тест на перенос при первых же предъявлениях, выбирали образец не по частному правилу «сходство по цвету», а по более отвлеченному правилу «сходство вообще», применимому к любым стимулам.

Довербальные понятия обеспечивают адекватное поведение в совершенно других ситуациях и экспериментальных процедурах. Например, в опытах О. Келера (Koehler, 1956) попугаи и ворон, сформировав обобщение об определенном числе единиц, *могли узнавать* не только любое соответствующее множество одновременно предъявляемых зрительных стимулов, но и *такое же число последовательно действующих звуковых сигналов.* Наряду с этим они могли применить его, когда требовалось совершить столько действий, сколько элементов было изображено на образце.

Уровень довербальных понятий (по Л. А. Фирсову) достигается за счет

процесса вторичного научения, когда животное переходит от наглядно-образной к более абстрактной, хотя и невербальной форме обработки и хранения информации.

При более абстрактной форме обработки и хранения информации отражение действительности идет на уровне понятий, не опосредованных словом, — происходит *«обобщение обобщений»*.

Это выражается в том, что животное вместо применения набора частных правил для отдельных пар или наборов стимулов использует единое отвлеченное правило, не зависящее ни от их второстепенных параметров (таких, как цвет, размер, форма и т.п.), ни от категории стимулов. Примерами формирования *довербальных понятий* могут служить также данные об успешном обобщении по *относительным признакам:* «сходство» (или «отличие»), «соответствие» (или «несоответствие»), «больше» («меньше»), «число» и некоторые другие.

Так, например, в опытах Л. А. Фирсова (1982) шимпанзе сначала научили выбирать большие по площади геометрические фигуры (сформировали обобщение по признаку «больше по величине»), а затем проверяли, возможен ли перенос этого обобщения на стимулы другой категории, где требуется использовать правило выбора «больше по числу». С этой целью обезьянам предлагали для выбора пары стимулов, на которых было изображено разное число точек. Правильные реакции (выбор большего множества) появлялись у шимпанзе в первых же пробах. Это свидетельствует о том, что обобщение по признаку «больше», сформированное в отношении размера фигуры, они применяют также и в отношении числа элементов множества, т.е. другой категории признаков. Иными словами, оно превратилось в обобщение обобщений — «больше вообще». Такой перенос и расценивают как показатель формирования *довербального понятия* (Фирсов, 1982; 1993).

Д. Примэк (Premack, 1983) также предполагал, что эти разные уровни обобщения имеют в своей основе разные когнитивные процессы. *Допонятийный уровень* обобщения связан с наличием у животных *образных, конкретных представлений.* В отличие от них *довербальные понятия* обеспечиваются, по-видимому, формированием *абстрактных мысленных представлений,* благодаря чему результат операции обобщения существует в отвлеченной (хотя и невербальной) форме.

Формирование довербальных понятий доступно лишь наиболее высокоорганизованным животным — человекообразным обезьянам, врановым птицам, попугаям и, по-видимому, дельфинам. Многие исследователи (Орбели, 1949; Koehler, 1956; Фирсов, 1993) полагают, что способность древних позвоночных к формированию довербальных понятий послужила основой для возникновения *второй сигнальной системы* (см. гл. 6).

5.5. Признаки, доступные обобщению животных.

Как следует из предыдущих разделов, при исследовании способности к обобщению традиционно используют несколько типов стимулов, преимущественно зрительных. Во многих работах ими служат графические изображения и предметы, относящиеся к разным категориям, т.е. стимулы различаются либо по форме, либо по цвету, либо по типу штриховки и т.п. При оценке способности животных к оперированию количественными параметрами среды в качестве стимулов используют множества — графические изображения, содержащие определенное число элементов разного размера, паттерна распределения и формы (см. рис. 5.3Б). Наряду с этим, начиная с 70-х годов, исследуется также способность к обобщению

так называемых «естественных» признаков — изображений объектов окружающей среды, относящихся к разным категориям (подробнее см. 5.5.3). Наряду со зрительными стимулами, хотя и в меньшей степени, в экспериментах исследуют обобщение признаков других модальностей, например звуковых и обонятельных. Так, собаки способны не только тонко различать и запоминать отдельные запахи, но и формировать на их основе обобщения.

В работах К. Т. Сулимова (1994) и В. *И.* Круговой и др. (1991) собак обучали выбору по сходству с образцом или по отличию от него, причем в качестве стимулов использовали сложные естественные запахи. Обучение проводили по методике множественного выбора, когда собаке давали понюхать запах-образец, а затем предлагали обойти расставленные по кругу металлические сосуды. В одном из них находился источник запаха, соответствующий образцу, в остальных — источники нескольких других запахов. Оказалось, что собаки успешно обучаются такому выбору. Они могут точно устанавливать сходство любого из впервые предъявленных запахов человека с запахом-образцом и на этом основано их привлечение к криминалистической экспертизе.

Собаки могут сформировать обобщение более высокого порядка. Они, например, могут идентифицировать индивидуальные запахи не только людей, но **и** животных разных видов. Характерно, что собака, обученная выбирать по образцу индивидуальные запахи крыс, уверенно выполняла и тесты на перенос: без дополнительного обучения узнавала индивидуальные запахи лягушек и рыб, т.е. стимулы других категорий.

Животные могут обобщать признаки разных модальностей.

Рассмотрим, какие характеристики признаков любых модальностей могут быть объектом анализа и обобщения.

Большинство из перечисленных выше признаков относятся к *конкретным,* или *абсолютным,* поскольку существуют сами по себе и их свойства не зависят от того, как их воспринимает животное (см. 5.5.1). В то же время существуют *относительные* признаки, проявляющиеся только при сопоставлении двух (или нескольких) стимулов. Это такие признаки, как «сходство» — «отличие»; «больше» — «меньше» — «равно»; «правее» — «левее» — «средний» и т.д. (см. 5.5.3).

Вместе с тем и абсолютные, и относительные признаки могут в свою очередь быть ***отвлеченными (обобщенными).*** Это может быть, если эксперимент строится таким образом, что с самого начала подкрепляют выбор разных стимулов, объединенных, например, признаком формы — выбор любых объемных фигур (в отличие от любых плоских) или любых множеств определенной величины. Мы уже рассмотрели, как вороны и шимпанзе обучались сравнивать множества (см. 5.3). Признак «большее число элементов», который подкреплялся в этом случае, можно считать не только *относительным* (он проявляется только при сопоставлении двух стимулов), но и *отвлеченным (обобщенным),* поскольку эксперимент строился так, чтобы сформировать единое правило, по которому птица выбирала бы любые стимулы с большим числом элементов независимо от остальных их особенностей (формы, размера и др.). Способность ориентироваться на отвлеченные (обобщенные) признаки предметов имеет первостепенное значение для характеристики высших когнитивных функций животных.

Рассмотрим подробнее, что известно в целом о способности животных к обобщению и абстрагированию указанных признаков и каких степеней обобщения могут достигать в том или ином случае животные с разным уровнем структурно-функционального развития мозга.

5.5.1. Обобщение абсолютных признаков.

В разделах 5.2 и 5.3 приводились примеры того, как происходит обобщение некоторых абсолютных признаков, когда животное выучивается, например, узнавать любые предметы определенной формы. Предметом первого экспериментального исследования такой операции у животных было обобщение признака *«цвет»*.

Н. Н. Ладыгина-Котс (1923) показала, что молодой шимпанзе сравнительно легко усвоил правило выбора любых красных объектов, а затем применял его в отношении любых других цветов. Однако абстрагирование (отвлечение) этого признака от признаков «форма» и «величина» происходило у него с определенными трудностями.

На примере обобщения абсолютного признака «цвет» достаточно четко проявляются различия в способностях животных других видов. Голуби, например, не способны к переносу выработанной реакции на новые цвета. В этом отношении они отличаются не только от шимпанзе (что достаточно предсказуемо), но и от других птиц, в частности от более высоко организованных врановых (Wilson et al., 1985 b) и попугаев (Pepperberg, 1987 a). Характерно, что в работе И. Пепперберг попугай Алекс не только четко выделял категорию признака «цвет», но и употреблял символы для ее обозначения — произносил названия цветов (см. также гл. 6).

Другой пример обобщения абсолютных признаков — формирование способности узнавать *определенное число* элементов, отличая множества одной величины от всех остальных. Некоторые авторы называют это понятием «двоичности» или «троичности» (Davis, 1993). Так, О. Келер описал опыты с попугаями и врановыми, которые смогли научиться выбирать новые стимулы с таким же количеством пятен (разной формы, расположения и размера), сколько точек было изображено на образце. Один из его воронов успешно узнавал множества в диапазоне от 3 до 7 элементов. Некоторые птицы оказались способны применять это обобщение и в совершенно новой ситуации: они продолжали искать приманку в ряду одинаковых кормушек до тех пор, пока не находили столько единиц подкрепления, сколько точек было на образце (см. рис. 5.1).

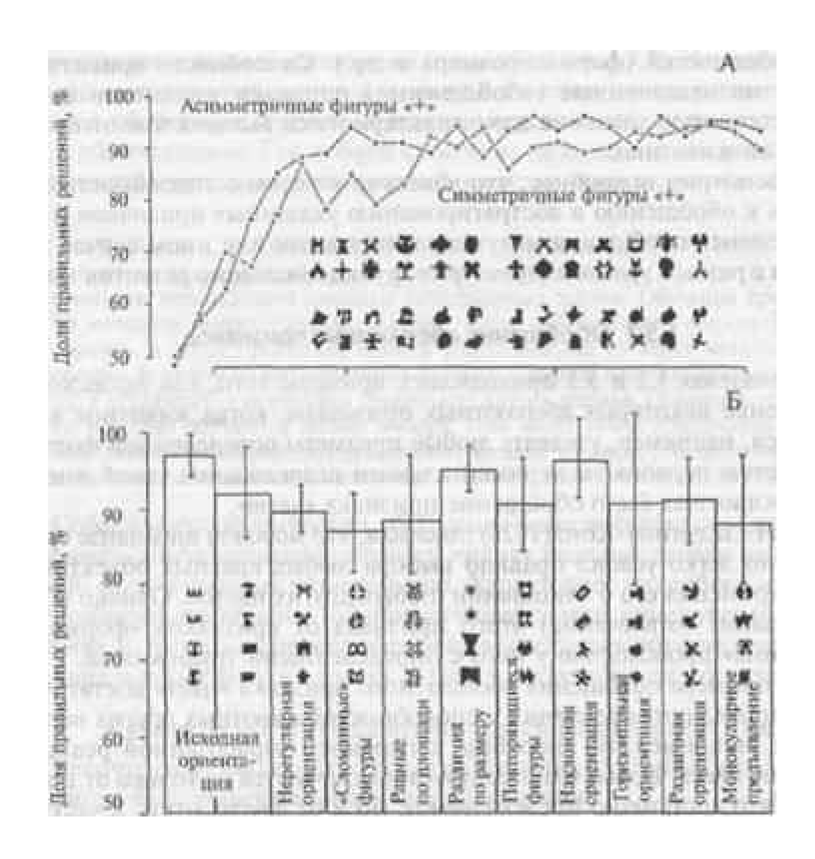


Рис. 5.4. Обобщение признаков «симметрия» и «асимметрия» у голубей.

А — динамика правильных выборов при обучении голубей выбору симметричных и асимметричных значков, различавшихся в последовательных сериях по конфигурации. Птице начинали предъявлять новую пару стимулов после того, как выполнение теста достигало 80%-го критерия. По оси абсцисс — серии опытов, по оси ординат — доля правильных решений в %. Б — высота столбиков показывает успешность выбора в тестах на перенос, т.е. при предъявлении новых пар фигур другой ориентации, размера и т.п. Вертикальные линии на столбцах — ошибки средней.

Еще одним примером обобщения абсолютного признака может служить способность голубей научиться узнавать стимулы в зависимости от их симметрии или асимметрии. В работе немецкого ученого X. Делиуса (Delius, Habers, 1978) голубей обучали отличать двусторонне симметричные стимулы — различные геометрические фигурки — от асимметричных (рис. 5.4). В параллельных сериях экспериментов у них вырабатывали дифференцировочные УР, подкрепляя симметричные и не подкрепляя асимметричные стимулы. У второй группы голубей положительными были асимметричные стимулы, а отрицательными — симметричные (рис. 5.4А).

Всего в процессе обучения было использовано по 26 стимулов, обладающих и не обладающих свойством симметрии. Поскольку их второстепенные характеристики постоянно менялись, можно считать, что подкреплялся выбор «отвлеченного» признака. Стимулы обоих типов предъявляли по одному и чередовали в квазислучайном порядке, так чтобы предотвратить выработку реакции на посторонние признаки. Птицам потребовалось относительно небольшое число сочетаний, чтобы научиться узнавать наличие (или отсутствие) симметрии, и они успешно выполнили тест на перенос даже при предъявлении новых, по-разному ориентированных и преобразованных стимулов (рис. 5.4Б). (Квазислучайным

называют такую последовательность предъявления стимулов, когда из ряда случайных чисел выбирают отрезки, так называмые серии Геллермана, удовлетворяющие определенным требованиям. В этих последовательностях не должно быть более 3 повторов одного стимула и должно быть приблизительно равное число положитительных и отрицательных стимулов).

Таким образом, голуби оказались способны к обобщению по отвлеченному признаку «симметрия».

5.5.2. Естественные стимулы и «естественные» (перцептивные) понятия.

Во всех приводившихся до сих пор примерах мы рассматривали способность к обобщению относительно простых признаков, искусственно выделенных из того информационного потока, который действует на животное (и на человека) в реальной жизни (цвет, форма, симметрия). В то же время очевидно, что в естественной среде обитания животные способны опознавать весьма сложные многокомпонентные раздражители, несущие биологически важную информацию. О наличии процесса обобщения и его роли в приспособительном поведении животных свидетельствуют накопленные этологами данные о способности избирательно опознавать некоторые характерные для каждого вида категории стимулов.

В этой связи закономерен вопрос: как животные обрабатывают такого рода информацию и как они обобщают более сложные признаки, чем «цвет», «форма» и т.п.? Экспериментальное исследование этого вопроса одним из первых предпринял американский исследователь Гернштейн (Herrnstein, Loveland, 1964; Herrnstein, 1990). Он показал, что голуби могут научиться отличать слайды, на которых были изображены городские улицы, парки, интерьеры и т.п. с человеком (или группой людей), от слайдов, на которых людей не было. Сходные результаты были получены, когда в качестве обобщаемых стимулов использовались изображения деревьев, рыб, воды (в виде капель, морских волн, наполненного стакана и т.п.), автомобилей, т.е. таких объектов, с которыми лабораторные голуби никогда не встречались. Даже когда в качестве стимулов для различения им показывали картины кубистов и импрессионистов, они научались их различать и справлялись также с тестом на перенос (Watanabe, 1995).

Отметим, что во всех этих работах птицам в каждом сеансе обучения предъявляли по очереди несколько десятков различных слайдов. Для обеспечения максимального разнообразия второстепенных признаков их запас в некоторых опытах доходил до 500. Половина из них содержала «правильный» стимул, причем он не был особенно подчеркнут, скорее, это был просто один из компонентов картинки, например изображение дерева. На второй половине слайдов были те же картинки, но без деревьев. Обучение обычно было весьма длительным: голуби начинали выбирать подкрепляемые стимулы только после многих тысяч предъявлений.

На основании этих опытов авторы предположили, что у голубей не только проявляется способность распознавать встречающиеся в природе конкретные объекты, но и формируются соответствующие обобщения. Обобщения такого типа были названы ***«естественными понятиями»*** *(«natural concepts»)* — «человек», «дерево», «вода» и т.п. Результаты оказались достаточно неожиданными, так как поведение голубей разительно отличалось от их более чем ограниченной способности к обобщению ранее исследованных элементарных признаков. Поэтому вопрос о природе феномена вызвал большую дискуссию и был подробно исследован.

Большинство авторов склонялось к тому, что в основе формирования

«естественных понятий» лежит иной способ обработки и хранения информации, чем тот, который обеспечивает формирование обобщений. Д. Примэк (Premack, 1983), например, писал о том, что в отличие от довербальных понятий, основанных на формировании «абстрактных представлений», «естественные понятия» могут иметь в своей основе *«образные представления» (imaginal representations),* которые можно представить как некий набор мысленных «картинок». В таком случае принадлежность объекта к данной группе птицы определяли, по-видимому, на основе физического сходства, а не за счет выделения абстрактных черт, характерных для всей совокупности в целом.

При более подробном анализе эксперименты Гернштейна и его коллег вызвали целый ряд критических замечаний. Возникло предположение, что голуби в этих опытах могли анализировать другие, не столь сложные признаки, как «человек» или «вода». В них, например, не обращали внимания на «выравнивание» второстепенных стимулов, т.е. фона слайда. Выяснилось, например, что человек мог быть изображен на слайдах чаще на фоне городского, а не сельского пейзажа. Недостаточное внимание авторы уделили также выбору неподкрепляемых стимулов. Не было проверено, как реагируют голуби, если им предлагают различить слайд не по присутствию или отсутствию человека, а по наличию человека и обезьян, других животных или детей (Premack, 1983). Критики говорили, что если о существовании категории стимулов «дерево» и «человек» говорить можно, то противопоставление «человек — не-человек» искусственно и в природе не встречается.

Кроме того, было неясно, что именно воспринимали голуби в этих опытах — образ реального предмета или некий набор пятен, точек и линий. В пользу последнего предположения говорит, например, работа, в которой голубей обучали отличать карикатурное изображение человека от других сходных изображений (Cerella, 1980). Оказалось, что они продолжали считать «человеком» даже те изображения, где поменяли местами различные его части: например, голову поставили на место ног и т.п., после чего сходство с человеком полностью утрачивалось. Очевидно, что в таком случае воспринимается и оценивается не образ реального объекта, а некая совокупность линий.

На основе этих и многих других соображений появилась гипотеза, согласно которой формирование «естественных понятий» у голубей расценивали не как результат операций обобщения и абстрагирования, а как следствие обработки информации на более низком, *перцептивном,* уровне.

Как известно, сенсорные системы передают в центральные отделы мозга гораздо больше информации о действующих стимулах, чем те могут переработать, а двигательная система в состоянии реализовать в данный момент. Этот закон «бутылочного горлышка» требует резкого сокращения притока информации, которое обеспечивается разными способами. Один из них — ***категоризация.***

Категоризация — это группировка стимулов по тем или иным свойствам еще на стадии восприятия, благодаря чему целые их совокупности вызывают один и тот же ответ. Способность к такой группировке стимулов животные проявляют как в природных условиях, так и в эксперименте.

Категоризация составляет неотъемлемое свойство восприятия человека, которое обнаружено также и у многих животных, прежде всего человекообразных обезьян. Зоопсихологи неоднократно отмечали стремление шимпанзе классифицировать и соответствующим образом сортировать предметы обихода и игрушки (Иони в опытах Ладыги-ной-Котс, 1923) или, например, фотографии людей и животных (Вики в опытах Hayes, Hayes, 1957).

Есть все основания полагать, что приматы и в повседневной жизни оперируют

некоторыми *«естественными категориями».* Наблюдения за их социальным поведением свидетельствуют, что у них есть категории «сородич» и «хищник» (см. также гл. 7). Есть у них, по-видимому, и представления о различных категориях пищи. Так, паукообразные обезьяны, обнаружив на каком-то дереве созревшие плоды, отправляются обследовать другие деревья того же вида, т.е. делят деревья на категории по типу плодов. В другой работе обнаружили, что японские макаки, которым в качестве подкормки предложили плоды одной из пальм, тут же отправились искать именно эти деревья и проверяли на спелость их плоды достоверно чаше, чем в двух других экспериментальных ситуациях.

Способность к категоризации описана и у шимпанзе, обученных языкам-посредникам. Одна из обезьян, усвоившая несколько десятков существительных и прилагательных, с их помощью практически безошибочно относила к той или иной категории многочисленные объекты своего обихода, конкретных названий которых на языке жестов она не знала. Она (и другие обезьяны) • успешно отличала любые «фрукты» от других съедобных продуктов («еда»), а «игрушки» — от «инструментов». Более того, обезьяна могла даже «называть» эти категории с помощью символов. При наиболее высоком уровне овладения языком антропоиды распределяют по категориям не только сами предметы, но обозначающие их символы (подробнее см. гл. 6).

Вопрос о том, считать ли формирование «естественных понятий» у голубей проявлением их способности к категоризации, потребовал дополнительного анализа и до сих пор до конца не решен. Было высказано предположение, что в основе этого явления лежит еще более простой механизм. К такому предположению привел тот факт, что Гернштейн, а вслед за ним и другие исследователи при планировании экспериментов первоначально недооценили способность голубей к запоминанию огромного числа отдельных стимулов. Так, в одной из работ (Vaughan, Greene, 1984) было показано, что они могут различать и запоминать до 320 стимулов-«картинок», отличающихся друг от друга совершенно незначительными, даже не сразу заметными для человека деталями. Например, в паре изображений кроны дерева «правильное» отличается наличием более толстой ветки на переднем плане.

Тем не менее, по данным ряда авторов, поведение голубей простым «зазубриванием» не ограничивается, а сочетается с распределением стимулов по соответствующим категориям. Наиболее важными для нашего анализа были опыты, в которых голуби и обезьяны-сай-мири обучались быстрее при противопоставлении значимых для них категорий «живое/неживое», чем при противопоставлении «птицы/ звери» — биологически менее значимых (Roberts, Mazmanian, 1988). Более того, в тех опытах, где положительные и отрицательные стимулы экспериментаторы объединяли произвольно, создавая некие «псевдокатегории», птицы вели себя так, как будто бы они все-таки пытались их каким-то образом группировать (Wasserman et al., 1988; Bhatt, Wasserman, 1989; Vauclair, Fagot, 1996). Так, в ряде работ Бхатта и Вассермана было показано, что если подкрепляемые стимулы объединены произвольно и мало похожи друг на друга, то голуби обучаются намного медленнее. В пользу такого предположения говорит и анализ ошибок, допущенных птицами в решении задачи на «псевдокатегоризацию». Частично ошибки могли возникнуть только потому, что голуби пытались объединять стимулы по общим признакам и относить их к тем или иным категориям, хотя в данном случае условия обучения этого не требовали.

Что же лежит в основе формирования «естественных понятий»? Большинство авторов склоняется к тому, что это иной способ обработки и хранения информации, нежели операция обобщения.

Было высказано предположение, что при длительном обучении (которое необходимо для появления «естественного понятия» в эксперименте) происходит не просто механическое заучивание большого числа «правильных» и «неправильных» стимулов, а более сложный ассоциативный процесс — формирование *эквивалентности* между стимулами в пределах каждой из противопоставляемых категорий. Благодаря сенсорной генерализации при предъявлении новых сходных стимулов они реагируют правильно как на сложные стимулы, например различные изображения человека в упомянутых выше работах Гернштейна, так и на более простые. Так, в работе Х. Делиуса с соавт. (Delius et al., 2000) у голубей сформировали представление об эквивалентности стимулов — небольших фигурок разных типов, составленных из черных кружков одного размера, — в пределах нескольких категорий.

Естественные понятия у голубей действительно отражают их способность научиться относить стимулы к соответствующим категориям на основе их перцептивного сходства. Такая способность не сводится только к механическому заучиванию большого количества дифференцировок, но и не свидетельствует о способности к обобщению.

Все сказанное выше касалось в основном экспериментов по выявлению «естественных понятий» у голубей, которые, как мы упоминали, обладают невысоким уровнем развития когнитивных способностей. В то же время у антропоидов отнесение стимулов к соответствующим категориям может происходить без специального обучения и довольно легко выявляется при тестировании. Более того, как уже упоминалось, обученные «языку» животные обозначают эти категории с помощью символов. Столь глубокие различия в уровне «естественных понятий» у животных двух наиболее изученных групп диктуют необходимость более широких *сравнительных исследований* таких явлений, однако они до сих пор остаются немногочисленными. Например, практически нет данных ни о хищных млекопитающих, ни о врановых птицах. Между тем сведения об особенностях категоризации у животных этих групп с разным уровнем строения мозга и ранее описанных когнитивных способностей могли бы способствовать более глубокому пониманию природы феномена.

При анализе восприятия и обработки сложных «естественных» стимулов и связанного с этим круга феноменов четко проявилась необходимость в соответствии с «каноном Ллойда Моргана» (см. 2.3) учитывать, что в основе сходных по внешнему проявлению поведенческих актов могут лежать совершенно разные процессы:

♦ у голубей в основе образования «естественных понятий» лежат сложные ассоциативные процессы, благодаря которым формируется эквивалентность стимулов внутри категории и обеспечивается возможность отвечать на них сходным образом;

♦ процесс категоризации на основе перцептивного сходства, который может приводить к формированию «естественных понятий»;

♦ у более высоко организованных животных процесс категоризации происходит легче и, по-видимому, не ограничивается перцептивным уровнем переработки информации. Вероятно, он вовлекает более сложные когнитивные процессы, включая образование довербальных понятий, благодаря которым человекообразные обезьяны могут обозначать категории отвлеченными символами.

5.5.3. Обобщение относительных признаков «больше», «правее».

Согласно принятой классификации *относительными* называют признаки, которые выявляются только *при сопоставлении* нескольких стимулов. Это такие признаки, как «больше» («меньше»), «правее» («левее»; «средний»), «сходство» («отличие») и т.д. (см. выше).

Способность к обобщению по таким признакам называли «рефлексом на отношение» («чаще — реже», «темнее — светлее») и активно исследовали ученики И. П. Павлова и при его жизни, и в последующие годы (А. О. Долин, С. В. Клещев, М. М. Кольцова, В. П. Протопопов и др.).

Обобщение относительного признака «больше». В лаборатории В. П. Протопопова элементарные формы обобщения и абстрагирования относительных признаков были обнаружены и изучены у разных видов млекопитающих.

А. Е. Хилъченко (1950) обучал павианов-гамадрилов выбирать меньший из двух квадратов (площадью 225 $см^2$ и 101 $см^2$). Их расположение в каждом опыте меняли, чтобы животное не могло ориентироваться по каким-то другим, например топографическим, признакам. В тестах на перенос оказалось, что обезьяны выбирали любые меньшие по площади фигуры, а также и меньшие по объему предметы.

Обобщая описанный выше и подобные эксперименты, В. П. Протопопов (1950) тем не менее подчеркивал, что «абстракция, которая наблюдается в примитивной форме у животных, все же не та абстракция, которая присуща человеку».

Обобщение относительного признака «больше по площади» описано у разных видов приматов (Фирсов, 1972; 1993) и хищных млекопитающих. Так например, показано, что кошки, научившиеся выбирать круг большей площади, успешно применяют правило выбора к фигурам другой формы и других размеров, а также к стимулам, состоящим из разного числа элементов.

Способность к обобщению по относительному признаку «больше по числу» обнаружена также у врановых птиц. В разделе 5.3 подробно описано, как вороны выбирают любое большее множество в широком диапазоне значений, абстрагируясь и от того, насколько различаются сопоставляемые карточки, и от того, какую форму, цвет и расположение имеют составляющие их элементы. Способность ворон правильно реагировать на множества новых диапазонов позволяет рассматривать достигнутый ими уровень обобщения как довербальное понятие (Зорина, Смирнова, 1995).

Относительные «пространственные признаки». Особую группу составляют *относительные признаки,* связанные с *пространственными свойствами* окружающей среды. В главе 3 была показана способность животных к созданию мысленных планов окружающей обстановки и к обучению с использованием пространственных ориентиров. Многие животные могут в новой ситуации решать элементарные логические задачи, требующие оперирования представлениями о пространственно-геометрических свойствах объемных и плоских стимулов (гл. 4). Наконец, мы убедились, что даже те животные (собаки), которые не могут сразу решить задачу на оперирование эмпирической размерностью фигур, могут постепенно *научиться обобщать* этот отвлеченный признак и выбирать только объемные или только плоские фигуры (см. 4.6.3.2). Однако способность животных к анализу и обобщению пространственных характеристик среды этим не ограничивается. Многочисленные эксперименты показывают, что животные с самым разным уровнем организации мозга оценивают *относительное расположение предметов в пространстве* и могут обобщать следующие признаки:

♦ справа — в середине — слева;

♦ внутри — снаружи;

♦ вверху.

Так, в работах Д. А. Флесса и др. (1986; 1990), Е. И. Очинской (1990) и Ю. Д. Стародубцева (2000) было показано, что собаки, кошки, крысы, болотные черепахи и дельфины-афалины способны к формированию дифференцировочных УР по признаку взаимного расположения двух идентичных раздражителей («правее — левее»).

Приведем методику такого опыта (опустив особенности работы с животными разных видов). Сначала животному показывают, что в закрытой кормушке есть пища, и оно старается ее достать — царапает или толкает кормушку. Затем животное получает возможность открывать две показанные ему кормушки, однако приманка оказывается только в одной, например в правой. В следующих опытах кормушки передвигают, так что правая («подкрепляемая») попадает на место левой, а бывшая левая оказывается на новом месте. Перед каждой следующей пробой кормушки снова меняют местами и т.д. Специальное внимание уделяется тому, чтобы обе кормушки оказывались справа и слева равное число раз и животное не предпочитало одну из сторон.

Оказалось, что животные способны не только к выработке такой дифференцировки, но и к ее *многократным переделкам,* причем у некоторых собак формируется даже «установка на обучение» (см. 3.4.2), так что они начинают реагировать правильно после первого же предъявления кормушки на новом месте.

Кошки, собаки и дельфины *способны к обобщению относительного признака («справа— слева»)* и могут переносить это правило выбора на новые наборы стимулов, которые отличаются от исходных не только своими параметрами (размером, формой, материалом), но и биологическим значением. Речь идет о том, что в некоторых опытах искусственные стимулы заменяли натуральными (Флесс и др., 1990; Стародубцев, 2000). Наряду с этим отмечено, что животные продолжали реагировать правильно даже при попытке «сбить» их, изменяя, например, расположение других пространственных ориентиров. Дельфины, в частности, продолжали выбирать любой расположенный слева раздражитель из 12 новых пар и после того, как их стали предъявлять не над водой, как обычно, а на ее поверхности или если расположение всего стенда изменяли на 90 или 180° относительно исходного. Способность к переносу обобщения на стимулы других категорий позволяет предполагать, что по крайней мере у указанных видов формируется *довербальное понятие «справа— слева» вообще.*

У дельфинов была описана также способность к обобщению таких относительных пространственных признаков, как «средний» и «верхний», с использованием трех одинаковых предметов. В тестах на перенос животные успешно ориентировались на указанные относительные признаки и когда все новые предметы также были одинаковыми, и когда они различались по форме, и когда их число увеличивали до 5 (Стародубцев, 2000). Даже при виде естественных (природных) раздражителей — рыб — два из шести дельфинов не пытались хватать их все подряд, а выбирали по усвоенному ими относительному признаку «верхний».

Способность к обобщению по еще одному относительному пространственному признаку (по признаку «внутри») описана у голубей (Herrnstein et al., 1989). Они способны научиться выбирать любой замкнутый контур с точкой внутри, предпочитая его всем вариантам изображений, где точка находится снаружи. Однако, как и при различении естественных категорий, предполагается, что голуби скорее заучивают и хранят в памяти все варианты правильных реакций, а не абстрагируют относительный признак.

Относительный признак «новизна». Одну из методик изучения обобщения по относительному признаку *«новизна»* разработал Б. А. Дашев-ский (см.: Воронин и др., 1978). Макакам показывали расположенные в ряд геометрические фигуры, число которых постепенно увеличивали до шести, а в углубление под одной из них по очереди помещали лакомство. Чтобы получить его, обезьяна должна была сдвинуть фигуру. Как только животное начинало уверенно выбирать одну из фигур, реакцию на нее подкреплять переставали. Когда обезьяна полностью переставала выбирать эту фигуру (она становилась «знакомой»), ей показывали новую фигуру (другого цвета, формы и т.д.), каждый раз меняя 2—3 признака. Выбор новой фигуры также сначала подкрепляли, а после упрочения навыка снова угашали. Затем в эксперимент вводили следующую новую фигуру и т.д., повторяя эту процедуру четыре раза. В последующих опытах одновременно с показом животному всех четырех «знакомых» фигур каждый раз вводили одну «новую» (она лишь частично, по 1—3 признакам, была похожа на остальные).

Макаки успешно освоили *относительный признак «новизна»* и научились выбирать новую фигуру в абсолютном большинстве случаев.

5.5.4. Обобщение относительных признаков «сходство» и «соответствие».

Оценка и обобщение признака «новизна» стимулов представляет собой частный случай более универсального (и необходимого) компонента поведения животных — способности *сравнивать* стимулы и устанавливать их *сходство с образцом* или друг с другом.

Обобщение этого вида относительных признаков изучают преимущественно с помощью *методики выбора по образцу* (см. 3.5; 5.2). Применение этой методики показало, что у достаточно широкого круга позвоночных можно сформировать обобщение следующих относительных признаков:

♦ *«сходство»* образца и одного из стимулов, точно идентичных друг другу (цвет, форма, величина и т.п.);

♦ *«соответствие»,* когда образец и стимулы для выбора не имеют абсолютного физического сходства, но *эквивалентны* друг другу по какому-то признаку, например по числу элементов; далее, пользуясь наличием такого обобщения, можно исследовать способность к обобщению по другим, более частным или, наоборот, более общим признакам, например по наличию *аналогии* между стимулом и образцом (см. 5.5.5).

Животные способны также к обобщению альтернативных признаков — *«отличие»* и *«несоответствие».* Закономерности их формирования в целом те же самые, поэтому мы не будем на них останавливаться.

5.5.4.1. Обобщение признака «сходство»

В классических опытах Н. Н. Ладыгиной-Котс шимпанзе Иони демонстрировали полоску картона определенного цвета и предлагали для сравнения и выбора до 10 полосок других цветов. Иони довольно легко научился выбирать стимул, по цвету аналогичный образцу. Однако в тестах на перенос, когда меняли форму, размер и «фактуру» стимулов для выбора, Иони мог испытывать определенные трудности. Как пишет автор, обезьяне «необходимо большое количество проб, чтобы прийти, наконец, к должному обобщению, причем особенно трудно давался Иони процесс

абстрагирования (отвлечения)». Например, он не мог найти соответствующий образцу более сложный стимул, когда необходимо было учитывать *порядок размещения* полосок разных цветов на образце.

Вместе с тем многое указывало на то, что Иони не просто усвоил правило выбирать похожий по цвету стимул из числа тех, что были использованы при обучении. Оказалось, что и при предъявлении других стимулов, даже относящихся *к другим категориям,* он руководствовался тем же принципом и выбирал по признаку «сходство». Так, например, по собственной инициативе Иони выделил признак *величины* и стал выбирать стимулы по этому признаку, игнорируя их цвет, а также форму.

Успешный перенос на стимулы другой категории свидетельствует об образовании довербального понятия «сходство» или «тождество», т.е. о высокой степени обобщения.

Иони по собственной инициативе использовал принцип выбора по образцу и в жизни, и в играх, вне лабораторной обстановки, в отсутствие направляющей роли экспериментатора. Впоследствии шимпанзе Вики также самостоятельно сортировала фотографии людей и животных, подбирая их по принципу сходства с мысленно выбранным ею образцом. Есть и еще ряд свидетельств того, что понятия «сходство» и «отличие» широко используются в повседневной жизни обезьян. Так, один из шимпанзе в опытах Л. А. Фирсова (1977) применял усвоенный в лаборатории принцип выбора по сходству к естественным предметам окружавшей его на острове природы (см. 2.7).

5.5.4.2. Обобщение признака «соответствие» и довербальное понятие «число»

Изучение этого вида относительных признаков тесно связано с проблемой «счета» у животных разных видов (Koehler, 1956; Davis, Perusse, 1988; Boysen, 1993; Davis, 1993; Dehaene, 1997; Зорина и др., 2001), в том числе и у муравьев (Резникова, Рябко, 1995 а, б).

Одним из первых к этой проблеме обратился О. Келер (Koehler, 1956; см. 2.8). К началу его исследований уже были накоплены наблюдения и отчасти экспериментальные данные, свидетельствующие о способности животных к «счету». Согласно его представлениям животные способны к оценке количественных параметров среды в следующих формах:

1) относительные количественные оценки множеств разной природы по признаку «больше», «меньше» (см. 5.3; 5.5.3);

2) узнавание множеств, содержащих определенное число элементов или событий, независимо от других количественных признаков (см. 5.5.1);

3) «истинный счет» с помощью символов-числительных — одно из проявлений вербального абстрактно-логического мышления; в чистом виде доступен, разумеется, только человеку, однако некоторые его элементы в последние годы обнаружены и у животных (см. 6.2).

Основное внимание в исследованиях О. Келера было уделено второй разновидности счета. Он показал, что голуби могут научиться узнавать множества, состоящие из определенного числа элементов, но не более чем 5±2, тогда как у врановых этот диапазон шире. По его данным, он составляет 7±2 единицы, а по уточненным в настоящее время доходит до 20 и, возможно, выше (Зорина, Смирнова, 1996).

О. Келер показал, что попугаи и врановые могут сформировать обобщенное

правило выбора на основе не только абсолютного сходства (или отличия) стимулов (по цвету, форме и т.п.), но и соответствия по числу элементов, входящих в их состав. На рис. 5.1Б показано, что большинство стимулов в ситуации множественного выбора не имеет прямого сходства с образцом, тогда как один совпадает с ним по числу элементов. О. Келер также установил, что ворон, обученный правилу выбора по соответствию числа элементов в графических множествах, применял это правило к стимулам другой модальности, соответствующим по числу звуковых сигналов (см. также 5.3).

Позднее похожую методику использовали в работе с приматами.

Шимпанзе Вики предъявляли карточку-образец и две карточки для выбора, число точек на одной из них соответствовало числу точек на карточке-образце. При этом варьировали размер точек и паттерны их расположения. Вики уверенно справлялась с задачей, если на образце было множество из трех точек, а на карточках для выбора — множества из трех и четырех точек. Если же на образце было множество из четырех точек, а на карточках для выбора — множества из четырех и пяти точек, точность распознавания сильно снижалась. Вики оказалась не способна перенести навык выбора в новую модальность: она не могла повторить за экспериментатором соответствующее число «стуков» по столу, даже при небольшом их количестве (два или три).

Сходную методику использовали Томас и Чейз (Thomas, Chase, 1980), работая с саймири. В их экспериментах обезьянам предъявляли три стимульные карточки с различным числом элементов на каждой (например: 2, 4 и 6; 3, 5 и 7; 2, 5 и 7). Варьировали размер и паттерны расположения элементов. В ответ на зажигание одной, двух или трех лампочек обезьяны должны были выбирать соответственно карточку с меньшим, средним или большим числом элементов. С поставленной задачей полностью справилась лишь одна из трех саймири, но две другие также были близки к достижению критерия.

Способность формировать обобщение относительного признака *«соответствие»* по числу элементов была исследована также у ворон (Смирнова и др., 1998). С этой целью шесть птиц обучали по методике выбора по образцу. Чтобы сделать правило выбора отвлеченным, использовали стимулы трех разных категорий (черные и белые карточки; цифры от 1 до 4 и множества в том же диапазоне). Когда птицы достигали критерия обучения (80% правильных решений в 30 последовательных предъявлениях) со стимулами одной категории, начинали предъявлять следующий набор. Такие серии обучения чередовали до тех пор, пока вороны не начинали делать правильный выбор (достигать критерия) в первых же 30—50 предъявлениях.

При обучении с черными и белыми карточками, а также с цифрами птицы формировали правило выбора по *сходству.* При сопоставлении множеств они выбирали по *соответствию,* поскольку множества состояли из элементов разного цвета, формы и размера и внешне почти не были похожи.

Чтобы проверить степень отвлеченности сформированного правила выбора, в тесте на перенос воронам предложили совершенно новые стимулы: цифры и множества в диапазоне от 5 до 8. В первых же предъявлениях все четыре птицы правильно выбирали и новые цифры (выбор по *сходству),* и новые множества (выбор по *соответствию).* Отметим, что в работах других авторов переноса правила выбора по соответствию на незнакомые множества (без обучения) ни у врано-вых, ни у животных других видов обнаружено не было.

Успешный перенос правила выбора на новые стимулы двух категорий, включая ранее незнакомые множества, свидетельствует о том, что вороны способны не только к обобщению относительного признака *«соответствие»,* но также к

формированию *довербального понятия* «число».

5.5.5. Выбор стимулов по аналогии.

Животным, у которых сформировано обобщение по признаку *«соответствие»,* можно предлагать тесты и на более сложные когнитивные операции. К ним относится, например, оценка способности выявлять наличие *аналогии* между образцом и одним из стимулов, которую считают проявлением *индукции* (см. 1.4). Так, в опытах М. Томазелло и Дж. Колла (Tomasello, Call, 1997) шимпанзе оказались способны выбирать стимул, элементы которого были объединены по такому же принципу, как и элементы стимула-образца. Например, образец состоял из двух идентичных фигур (одинаковой формы и размера — АА), а стимулы для сравнения — из других фигур также одинакового (ВВ) или разного размера (Сс). Единственным признаком соответствия между образцом (АА) и одним из стимулов (ВВ) была *аналогия в соотношении размеров* элементов. В этом случае животное должно использовать более отвлеченный смысл понятия «соответствие» как ***организованный по тому же принципу*** *(relational matching).*

Основу для изучения этого аспекта когнитивной деятельности животных заложили работы Д. Примэка (Gillan et al, 1981; Premack, 1983). Он рассматривал способность к построению аналогий как базовую характеристику *индуктивного мышления человека* и считал необходимым выяснить, есть ли зачатки этой когнитивной функции у животных. В опытах на шимпанзе Саре, обученной общению с человеком с помощью пластиковых жетонов (см. 2.9.2), использовалась не методика выбора по образцу, а другой способ сравнения. Ей предъявляли две пары стимулов, а она оценивала их с помощью специальных значков «одинаковый» или «разный» (Gillan et al., 1981). Сара делала это успешно не только при выяснении аналогий в соотношении элементов в парах геометрических фигур, но и при оценке предметов разного назначения, не имевших никакого внешнего сходства.

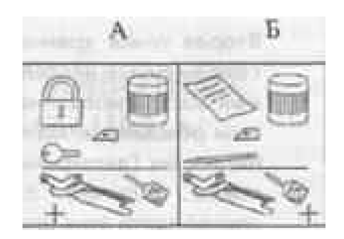


Рис.5.5. Выбор по аналогии (пояснения в тексте).

В одном из опытов (рис. 5.5А) ей показывали замок и ключ, рядом располагали банку с гуашью, между ними помещали хорошо знакомый Саре знак тождества, а для выбора предлагали консервный нож и кисть — предметы, которыми она также умела пользоваться. В этом случае она без колебаний выбрата консервный нож, потому что он выполнял функцию, аналогичную ключу — тоже «открывал» (банку). Однако, когда ей продемонстрировали лист бумаги и карандаш, предложив выбрать из тех же двух предметов «подходящий» для банки с гуашью, Сара столь же уверенно указала на кисть, которая по своим функциям в данном сочетании была аналогична карандашу.

Наряду с выявлением *«функциональных» аналогий* между предметами шимпанзе продемонстрировали также понимание *отношений пропорций* разнородных предметов. Например, они выбирали из нескольких возможных вариантов 1/4 яблока, как стимул, аналогичный стакану, на 1/4 наполненному водой.

Шимпанзе, а также макаки обладают способностью к выявлению аналогий; они используют отвлеченные представления о соотношении и функции предметов и составляющих стимулы компонентов. У других животных эта когнитивная функция пока не исследована.

РЕЗЮМЕ.

У животных разных видов, начиная с рептилий, обнаружена способность к операциям обобщения и абстрагирования, которая используется в анализе и обработке признаков разного характера и модальностей. Диапазон уровней обобщения и абстрагирования у разных животных также достаточно широк. Существовало две точки зрения по вопросу о том, какие уровни обобщения доступны животным.

♦ ***«Допонятийный» уровень* обобщения: животные (включая человекообразных обезьян) способны *только* к абстракции *in concreto,* т.е. «выделению признака в наглядно** представленных конкретных объектах» (Протопопов, 1950; Ладыгина-Котс, 1963). Истинная абстракция животным не доступна, поскольку они «не способны к установлению мысленной связи между одними лишь представлениями и их комбинированию в образы» (Фабри, 1976).

♦ *«Довербальные понятия»:* согласно альтернативной точке зрения (Yerkes, 1943; Koehler, 1956), не только шимпанзе, но и ряд других позвоночных способны к высоким степеням обобщения и даже зачаткам «символического мышления человека».

Вторая точка зрения получает все новые подтверждения в современных исследованиях. Способность к высшим степеням абстрагирования свойственна не только человекообразным обезьянам, но и представителям других отрядов млекопитающих (дельфины), а также некоторым видам птиц (врановые, попугаи). Этот факт подтверждается данными о способности этих животных и к решению ряда элементарных логических задач.

1. Чем различаются применяемые при исследовании процесса обобщения методические приемы и режимы обучения и тестирования?

2. Какие уровни обобщения и абстрагирования доступны животным и как они выражены у представителей разных групп позвоночных?

3. Что такое довербальное понятие и с какими другими когнитивными функциями оно связано?

4. Какие характеристики среды могут оценивать и обобщать животные?

5. Чем отличается способность к обобщению у человекообразных и низших узконосых обезьян?

Глава 6. СПОСОБНОСТЬ ЖИВОТНЫХ К СИМВОЛИЗАЦИИ.

Анализ способности животных разных видов к символизации, которую принято рассматривать как биологическую предпосылку возникновения второй сигнальной системы (речи) человека. Первый подход к изучению этого вопроса с помощью обычных лабораторных экспериментов — обнаружение у шимпанзе и птиц способностей к усвоению и использованию символов (цифр) для оценки множеств и совершению с этими символами операций, аналогичных арифметическим. Второй подход — обучение человекообразных обезьян языкам-посредникам (языку жестов, компьютерному языку «йеркиш» и др.). Описание особенностей «языковых» навыков шимпанзе, обученных по разным программам; рассмотрение их отличий от естественных языков животных и степени соответствия свойствам языка человека (по Хоккету). Сравнение степеней символизации (способность оперировать знаком в отсутствие обозначаемого предмета) при разных системах обучения, умение создавать новые знаки («продуктивность») и понимать синтаксический строй предложения. Описание уникальных экспериментов С. Сэведж-Рамбо, в которых шимпанзе-бонобо, с раннего возраста воспитанный в контакте с людьми, к 2 годам спонтанно начал понимать устную речь, а к 5 годам достиг уровня 2,5-летнего ребенка по способности с первого же раза понимать обращенные к нему фразы. Обсуждение гипотезы о наличии у высших животных сигнальных систем промежуточного уровня.

Долгое время существовало, да и сейчас еще не полностью изжито представление, что между психикой человека, с одной стороны, и психикой животных — его близких и далеких родственников, с другой, лежит непроходимая пропасть и что способность к речи у человека не имеет никаких биологических корней. Такая точка зрения не была единственной, но именно она долгое время господствовала и в отечественной, и в зарубежной науке. Однако постепенно предположение о том, что и животные обладают какими-то, пусть самыми примитивными зачатками этой способности, получало все большее распространение. Этому способствовали уже рассмотренные нами данные (см. гл. 4 и 5) о способности антропоидов к целенаправленному применению и подготовке орудий, о сложности их социального поведения, а также о том, что *естественные Языки* антропоидов превосходят по своей сложности языки большинства животных.

В предыдущей главе были рассмотрены свидетельства того, что многие животные способны к осуществлению базовых операций, характерных для мышления человека, — обобщению и абстрагированию. Считается, что этот уровень когнитивной деятельности — основа для возникновения в процессе эволюции речи (Орбели, 1949; Фирсов, 1993). Самый высокий уровень развития этих операций характерен для человека, у которого обобщение и абстрагирование реализуются с помощью символов — слов.

Долгое время существовало, да и сейчас еще не полностью изжито представление, что между психикой человека, с одной стороны, и психикой животных — его близких и далеких родственников, с другой, лежит непроходимая пропасть и что способность к речи у человека не имеет никаких биологических корней. Такая точка зрения не была единственной, но именно она долгое время господствовала и в отечественной, и в зарубежной науке. Однако постепенно предположение о том, что и животные обладают какими-то, пусть самыми примитивными зачатками этой способности, получало все большее распространение. Этому способствовали уже рассмотренные нами данные (см. гл. 4 и 5) о способности антропоидов к целенаправленному применению и подготовке орудий, о сложности их социального поведения, а также о том, что естественные Языки антропоидов превосходят по своей сложности языки большинства животных.

В предыдущей главе были рассмотрены свидетельства того, что многие животные

способны к осуществлению базовых операций, характерных для мышления человека, — обобщению и абстрагированию. Считается, что этот уровень когнитивной деятельности — основа для возникновения в процессе эволюции речи (Орбели, 1949; Фирсов, 1993). Самый высокий уровень развития этих операций характерен для человека, у которого обобщение и абстрагирование реализуются с помощью символов — слов.

Вопрос о том, есть ли и у животных какие-то зачатки способности к ***символизации*** (использованию знаков вместо реальных стимулов и понятий), закономерно возникал с первых шагов изучения поведения и психики приматов (см. 2.9.2). Долгое время считалось, что человекообразные обезьяны не только не смогли подняться на эту ступень развития психики, но даже не приблизились к ней (настолько «уникально человеческими» считались особенности, лежащие в ее основе).

Перед описанием экспериментальных методов, которые были использованы для анализа этого вопроса, а также результатов таких исследований сопоставим основные свойства языков животных и языка человека.

6.1. Языки животных и язык человека.

Языки большинства животных, включая и язык обезьян, — это совокупность *конкретных сигналов* — звуковых, обонятельных, зрительных и т.д., которые действуют в *данной ситуации* и непроизвольно отражают состояние животного в *данный конкретный момент.*

Важная особенность основных видов коммуникации большинства животных — ее *непреднамеренность,* т. е. сигналы *не имеют* непосредственного *адресата.* Этим естественные языки животных принципиально отличаются от языка человека, который функционирует *под контролем сознания и воли.*

В языках животных сигналы *видоспецифичны:* в общих чертах они одинаковы у всех особей данного вида, их особенности определены генетически, а их набор практически не подлежит расширению. Сигнализация (языки) большинства видов животных включает следующие основные категории:

- ♦ сигналы, предназначенные половым партнерам и возможным конкурентам;
- ♦ сигналы, которые обеспечивают обмен информацией между родителями и потомством;
- ♦ крики тревоги, зачастую имеющие такое же значение для животных других видов;
- ♦ сообщения о наличии пищи;
- ♦ сигналы, помогающие поддерживать контакт между членами стаи;
- ♦ сигналы-«переключатели», чье назначение — подготовить животное к действию последующих стимулов, например известить о намерении играть;
- ♦ сигналы-«намерения», которые предшествуют какой-то реакции (например, птицы перед взлетом совершают особые движения крыльями);
- ♦ сигналы, связанные с выражением агрессии;
- ♦ сигналы миролюбия;
- ♦ сигналы неудовлетворенности (фрустрации).

Таковы общепринятые представления о структуре видоспецифи-ческих языков животных.

Особенности естественных языков высокоорганизованных животных. В настоящее время накапливается все больше сведений о том, что языки приматов и, по-видимому, других высокоорганизованных животных иногда выходят за рамки видоспецифической коммуникационной системы. Известно, например, что в языке верветок, зеленых мартышек имеются звуковые сигналы для обозначения конкретных объектов и явлений, в частности различных видов хищников. Они обозначают не «хищника вообще» как опасность, а конкретно леопарда, змею и др. Точно также есть сигналы для обозначения не любого корма для утоления голода, а определенной пищи (подробнее см.: Зорина и др., 1999; Резникова, 2000).

Звуковые сигналы шимпанзе также бывают не только видоспеци-фическими, но могут передавать совершенно новую конкретную информацию (Чудолл, 1922). Способность шимпанзе к пониманию синтаксиса, обнаруженную при усвоении языков-посредников и общении с человеком в лабораторных исследованиях, по-видимому, можно увидеть и в естественном поведении этих животных.

Действительно, у приматов существует сложная звуковая коммуникация (наряду с системами сигналов других модальностей). Например, самец шимпанзе пытается кричать «похоже» на ту обезьяну, с которой он в настоящий момент взаимодействует (т.е. воспроизводит акустические характеристики ее криков). Это может служить способом унификации криков членов данной группы (Mitani, Brandt, 1994). Показано, что в «долгих криках» шимпанзе присутствуют вариабельные элементы, которые в разных ситуациях идут в разной последовательности. В формировании индивидуального звукового репертуара каждого самца шимпанзе большое значение имеет *подражание сородичам.* Это свойство сильно отличает их язык от обычных коммуникативных систем животных.

Было даже высказано предположение, что естественная коммуникативная система шимпанзе является промежуточной между языком человека и коммуникативными системами других животных (ее иногда называют *«протоязыком»)* (Ujhelyi, 1997).

Язык и сигнальные системы, по И. П. Павлову. Системы коммуникации, которыми пользуются животные, И. П. Павлов называл *первой сигнальной системой,* общей для животных и человека.

Язык человека позволяет передавать информацию также в *отвлеченной форме,* с помощью *слов-символов,* которые являются сигналами других, конкретных сигналов. Именно поэтому И. П. Павлов называл слово *сигналом сигналов,* а речь — *второй сигнальной системой.* Она позволяет не только реагировать на конкретные стимулы и сиюминутные события, но в отвлеченной форме хранить и передавать *информацию об отсутствующих предметах,* а также *о событиях прошлого и будущего,* а не только о текущем моменте.

В отличие от коммуникативных систем животных язык человека служит не только средством передачи информации, но и аппаратом ее переработки. Он необходим для обеспечения высшей когнитивной функции человека — абстрактно-логического (вербального) мышления.

Язык человека — это открытая система, запас сигналов в которой практически неограничен, в то время как число сигналов в репертуаре естественных языков животных невелико.

Звуковая речь, как известно, лишь одно из средств реализации функций языка человека, который имеет также и *другие формы выражения,* например различные системы жестов, т.е. языки глухонемых.

В настоящее время наличие зачатков второй сигнальной системы исследуют у приматов, а также у некоторых других видов высокоорганизованных животных: дельфинов, попугаев, а также врановых птиц. Существует два подхода к анализу этой проблемы:

♦ проведение *тестов на символизацию* в обычных лабораторных экспериментах;

♦ обучение животных особым языкам — так называемым языкам-посредникам, которые представляют собой упрощенные аналоги речи человека; языки-посредники в основном воспроизводят его структуру, но реализованы с помощью более доступных для животных и не требующих тонкой артикуляции средств — жестов, выбора жетонов, нажатий на клавиши компьютера и др.

Цель обоих подходов — выяснить, способны ли животные научиться употреблению *абстрактных, ранее нейтральных для них стимулов как символов предметов (объектов) реального мира в отсутствие самих предметов.*

Рассмотрим последовательно каждый из этих подходов.

6.2. Исследование способности животных к символизации (на примере «счета») с помощью лабораторных тестов.

Символизацией называют установление эквивалентности между нейтральными знаками — символами — и соответствующими предметами, действиями, обобщениями разного уровня и понятиями.

Для изучения этой когнитивной функции у приматов и птиц применяют достаточно разнообразные экспериментальные приемы. Один из них связан с проблемой «счета» у животных. Известно, что животные способны к разным формам оценок количественных параметров среды (см. 2.8; 4.8.3; 5.5.3), включая формирование довербального понятия о «числе» (см. 5.5.4). На следующем этапе анализа выясняют, могут ли животные связывать это понятие с символами (арабскими цифрами), т.е. существуют ли у них зачатки способности к «истинному счету» с помощью числительных, которым в полном объеме владеет только человек.

Вопрос о наличии зачатков «истинного счета» у животных и критериях, которым они должны удовлетворять, составляет предмет острых дискуссий (см.: Davis, Perusse, 1988; Gallistel, 1993). Р. Гельман и К. Гал-листель (Gelman, Gallistel, 1978) предложили ряд критериев, которые необходимо учитывать при оценке способности животных использовать символы для маркировки множеств. Наиболее важные из них:

♦ *соответствие* «один к одному» — каждому пересчитываемому элементу должен соответствовать особый символ (маркер);

♦ *«ординальность»* (упорядоченность) — символы должны в стабильном порядке соответствовать пересчитываемым элементам;

♦ *«кардинальность»* — символ, соответствующий последнему элементу, должен описывать общее число элементов в множестве.

Чтобы выяснить, способны ли животные к символизации и удовлетворяет ли их поведение указанным критериям, необходимо ответить на следующие вопросы:

1) способны ли они *устанавливать тождество* между исходно индифферентными для них знаками (например, арабскими цифрами) и обобщенной информацией о числе элементов в множествах разной природы;

2) способны ли они *оперировать усвоенными цифрами* как символами (например, выполнять операции, аналогичные арифметическим);

3) способны ли они использовать усвоенные символы для нумерации (пересчета) элементов множеств и выполнять число действий в соответствии с предъявленной цифрой?

6.2.1. Способность к символизации у приматов.

Одна из первых попыток исследования способности животных к употреблению символов вместо реальных множеств была сделана К. Ферстером (Ferster, 1964). После 500 000 опытов ему удалось обучить двух шимпанзе тому, что определенным множествам соответствуют «цифры» (от 1 до 7), выраженные двоичным кодом (от 000 до 111). Выучив эти комбинации, животные могли располагать их в порядке возрастания, но так и не научились использованию цифр для нумерации конкретных объектов.

Матсузава (Matsuzawa, 1985; Matsuzawa et al., 1986) обучал шимпанзе Аи установлению соответствия между различными множествами и арабскими цифрами от 1 до 6. В качестве образца он предъявлял наборы различных предметов, а для выбора — арабские цифры. В тесте с новыми вариантами множеств того же диапазона обезьяна успешно выбирала соответствующие им цифры («маркировала» множества с помощью символов). Можно было предположить, что ее обучение ограничивалось образованием условной связи (ассоциации) между цифрой и конкретными паттернами расположения элементов в соответствующих множествах, а также простым запоминанием всех использованных комбинаций. Однако в более поздней работе (Murofushi, 1997) было доказано, что дело этим не ограничивается, и Аи действительно связывала знаки с признаком «число» и оперировала ими как символами. Она правильно использовала цифры от 1 до 7 для маркировки разнообразных новых множеств, абстрагируясь от паттернов расположения составляющих их элементов, а также их размера, цвета и формы.

Особый вклад в решение вопроса о способности животных к использованию символов для характеристики множеств внесли работы американской исследовательницы Сары Бойзен и ее коллег (Boysen, Berntson, 1989; 1995; Boysen, 1993). Благодаря приемам, специально акцентирующим внимание животного на признаке числа, и постепенному наращиванию сложности предъявляемых задач, им удалось обнаружить у шимпанзе Шебы практически все элементы «истинного счета».

Сначала шимпанзе обучали класть одну и только одну конфету в каждый из шести отсеков специального подноса. Смыслом этой процедуры была демонстрация соответствия «один к одному» между числом отсеков и числом конфет. Следующая задача предназначалась для оценки прочности выработанного соответствия «один к одному» и обеспечения базы для введения арабских цифр. В ответ на предъявление подноса с одной, двумя или тремя конфетами шимпанзе должна была выбрать одну из трех карточек с изображениями такого же числа кружков. Авторы особо подчеркивали значение процедуры опыта: конфеты на поднос помещали всегда по очереди, при этом экспериментатор их вслух пересчитывал (демонстрация первого и второго принципов Гельман и Галлистеля — соответствия «один к одному» и упорядоченности, т.е. ординальности). Постепенно сначала одну, потом две и т.д. карточки с изображениями точек стали заменять карточками с изображениями цифр, так что обезьяна должна была использовать эти ранее индифферентные для нее

изображения вместо реальных множеств.

Когда Шеба стала уверенно выбирать все три цифры, соответствующие числу конфет на подносе, обучение продолжили с помощью компьютера. Обезьяне показывали на мониторе одну из цифр, а она должна была выбрать карточку с изображением соответствующего числа точек, т.е. применить символы к множествам другого типа, чем использованные при обучении.

По той же методике Шеба освоила еще два символа: цифры 0 и 4, а впоследствии также 5, 6 и 7. Интересно, что, осваивая новые множества, она сначала по очереди прикасалась к каждой из конфет и только после этого выбирала соответствующую цифру. Дополнительные опыты свидетельствуют, что это не было простым подражанием экспериментатору, а действительно неким способом «пересчета» конфет, а также других предметов (батареек, ложек и т.п.).

Для проверки способности Шебы ***оперировать*** усвоенными ***символами*** провели следующие два теста.

Первый авторы назвали ***«тестом на функциональный счет».*** **В** лаборатории по двум из трех «тайников» раскладывали апельсины таким образом, чтобы их сумма не превышала 4. Шеба обходила все три «тайника» и видела (но не могла достать) находящиеся в них апельсины. Затем обезьяна должна была подойти к «рабочей площадке» и выбрать из разложенных там по порядку цифр ту, которая соответствовала числу апельсинов в тайниках. Оказалось, что уже во второй серии экспериментов (25 проб в каждой) шимпанзе выбирала правильную цифру более чем в 80% случаев.

Во втором тесте апельсины заменили карточками с цифрами, которые также помещали в любые два из трех «тайников» — сумма цифр также не превышала 4 ***{тест на «сложение символов»).*** Использовали следующие комбинации цифр: 1 и 0, 1 и 1, 1 и 2, 1 и 3, 2 и 0, 2 и 2. Как и на предыдущем этапе, Шеба должна была обойти «тайники» и затем найти карточку с цифрой, соответствующей сумме. В первой же серии она выбирала правильную цифру в достоверном большинстве случаев (75%).

Полученные результаты стали убедительным свидетельством способности шимпанзе усваивать *символы,* оперировать ими и выполнять ***операцию, аналогичную сложению,*** т.е. удовлетворяли двум критериям «истинного счета».

Наряду с этими классическими опытами к настоящему времени предпринято значительное число попыток обучить животных нескольким ассоциациям между цифрами и множествами. Такие опыты важны, но не позволяют решить вопрос о наличии у них элементов «истинного счета».

Для более точного ответа на этот вопрос Д. Рамбо и его коллеги (Rumbaugh et ah, 1989; 1993) не просто обучали шимпанзе выбирать множества, эквивалентные цифрам (от 1 до 6), но старались заставить их нумеровать объекты (свойство ***ординальности)*** или производить определенное число действий в соответствии со значениями цифр (свойство ***кардинальности).*** **В** экспериментах участвовали животные, ранее обучавшиеся языку-посреднику «йеркиш» (Лана, Шерман и Остин; см. 6.3).

Прежде всего шимпанзе научились с помощью джойстика перемещать курсор по экрану монитора. Затем они должны были научиться помещать курсор на арабскую цифру, которая появлялась на соответствующем по счету месте в одной из прямоугольных рамок, размещенных вдоль верхнего края экрана.

В следующей задаче на другом краю экрана появлялись несколько прямоугольных рамок с одной фигуркой внутри каждой. Шимпанзе нужно было

передвинуть в верхнюю половину экрана столько прямоугольников, чтобы их число соответствовало значению показанной арабской цифры. После передвижения последней фигурки курсор надо было вернуть на исходную цифру. В начале обучения, как только шимпанзе передвигала очередную фигурку, в верхнем ряду появлялась соответствующая цифра. В тестах же такой «обратной связи» не было. Когда обезьяна помещала курсор на очередную фигурку, та исчезала, и при этом раздавался звуковой сигнал. Для успешного завершения задачи было необходимо «считать» и помнить, сколько фигурок уже исчезло. Шимпанзе успешно справлялись с этой задачей.

В данной ситуации обезьяны продемонстрировали успешное использование принципов *ординальности и кардинальности* и их способности были названы *«начальным счетом» (entry-level counting;* Rumbaugh, Washburn, 1993).

Наиболее убедительные доказательства способности животных представлять упорядоченность (ординальность) в ряду чисел были получены лишь недавно (Brannon, Terrace, 1998). Макаки-резусы, обученные прикасаться в возрастающем порядке к множествам от 1 до 4, могут без дополнительного обучения перенести этот навык на новые множества из диапазона 5—9.

Двух макаков-резусов предварительно обучали прикасаться в определенном порядке к каждому из четырех стимулов, не имеющих отношения к числу. Для этого использовали 11 наборов, включавших по четыре картинки. На чувствительном к прикосновениям мониторе им предъявляли по четыре множества, содержащие от 1 до 4 элементов. Обезьяны должны были по очереди прикоснуться к каждому из этих множеств в возрастающем порядке. По завершении обучения, когда обезьяны усвоили порядок выбора данных четырех множеств, им предъявляли один из 35 новых наборов, где те же множества были расположены в другом порядке. Макаки правильно указывали порядок нарастания величины множеств, но, поскольку каждый набор в этой серии повторялся по нескольку раз, можно было предположить, что животные могли запоминать и использовать какие-то другие его характеристики, кроме собственно числа элементов. Однако на следующей стадии экспериментов такой возможности у обезьян уже не было: им предъявляли 150 новых наборов множеств с числом элементов от 1 до 4, причем каждый показывали лишь один раз.

В тесте на перенос обезьянам предъявляли множества, содержащие от 1 до 9 элементов. Размер фигурок, образующих множества, варьировали. Обезьяны успешно ранжировали новые множества именно по числу элементов в них, используя для этого *правило выбора по возрастанию,* которому они ранее обучились на другом диапазоне множеств. Тем не менее авторы отмечают, что для окончательного ответа на вопрос о способности макак к использованию символов для расположения множеств в порядке возрастания числа элементов в них требуются дополнительные исследования (Brannon, Terrace, 1998).

Приматы способны распознавать и обобщать признак «число элементов», устанавливать соответствие между этим отвлеченным признаком и ранее нейтральными для них стимулами — арабскими цифрами. Оперируя цифрами как символами, они способны ранжировать множества и упорядочивать их по признаку «число», а также совершать число действий, соответствующее цифре. Наконец, они способны к выполнению операций, изоморфных сложению, но этот вопрос требует более точных исследований.

6.2.2. Способность к символизации у птиц семейства врановых.

В предыдущих главах мы неоднократно обращались к описанию когнитивных способностей врановых птиц. Можно с уверенностью говорить, что общепринятое представление об их уме и сообразительности подтверждается высокими показателями решения птицами этого семейства практически всех рассмотренных нами когнитивных тестов. Об этом же говорят и данные орнитологов и экологов о пластичности их поведения в естественной или урбанизированной среде обитания. Способность к решению задачи на экстраполяцию (см. 4.6.2) и оперирование эмпирической размерностью фигур (см. 4.6.3) у них столь же успешна, как у низших узконосых обезьян, и выше, чем хищных млекопитающих.

Наряду с этим они обнаруживают *значительно развитую функцию обобщения и абстрагирования.* Как было показано в главе 5, это позволяет им оперировать рядом отвлеченных понятий, включая *довербальное понятие о «числе».* Поскольку именно такой уровень обобщения принято рассматривать как предшествующий возникновению второй сигнальной системы, появилось основание проверить, способны ли вороны к решению теста на символизацию. Для этого был разработан особый методический подход (Зорина, Смирнова, 2000), в котором в отличие от предыдущих исследований (Matsuzawa, 1985; Matsuzawa et al, 1986; Murofushi, 1997) у ворон не вырабатывали ассоциативных связей «цифра-множество», но создавали условия для того, чтобы птицы смогли самостоятельно выявить эту связь на основе информации, полученной в специальных «демонстрационных» сериях.

В основе этого подхода лежали три экспериментальных факта, доказавших способность ворон:

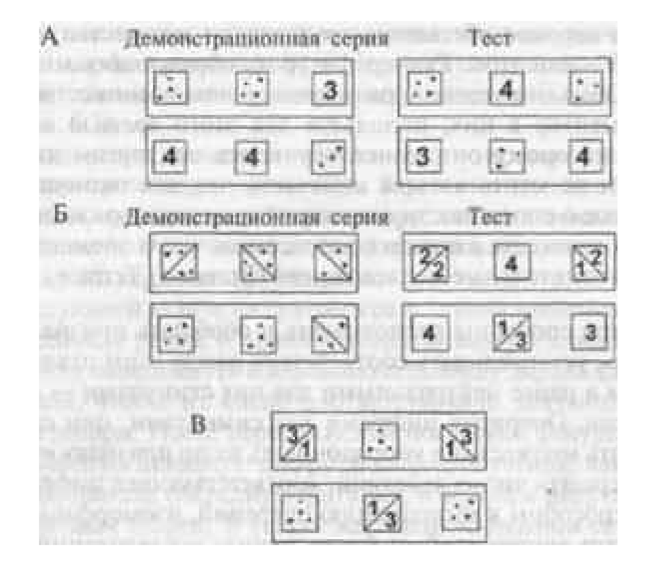


Рис. 6.1. Исследование способности к символизации у ворон. Карточки в центре — образцы, справа и слева — Карточки для выбора. А — установление соответствия между цифрами и множествами; Б — тест на «сложение»; В — контрольная серия (пояснения см. в тексте).

♦ к обобщениям по признаку «число» (Зорина, Смирнова, 2000; 2001; Smirnova et al., 2000);

♦ к оперированию понятиями «соответствие» и «несоответствие» (Смирнова и

др., 1998);

♦ к запоминанию числа дискретных пищевых объектов, связанных с каждым конкретным стимулом, и применению этой информации в новой ситуации (Зорина и др., 1991).

В опытах использовали птиц, ранее обученных отвлеченному правилу выбора по соответствию с образцом и сформировавших довер-бальное понятие о числе (см. 5.5.4).

В «демонстрационных» сериях (рис. 6.1А) вороны получали информацию о *«цене» каждого стимула.* В случае правильного выбора птицам давалось дифференцированное подкрепление: они находили то число личинок, которое соответствовало цифре или графическому множеству на выбранной карточке. Например, и под карточкой с множеством из четырех элементов, и под цифрой 4 ворона находила 4 личинки. При этом образец и «правильная» карточка для выбора принадлежали к одной категории: если образцом была цифра, то и соответствующая карточка для выбора также была цифрой; если образцом было множество, то и соответствующая карточка для выбора была множеством. Особо нужно подчеркнуть, что до этого опыта птицы *никогда не имели возможности непосредственно сопоставить «цену» цифр и множеств.*

Для успешного решения задачи в демонстрационных сериях воронам достаточно было использовать ранее усвоенное правило выбора по соответствию с образцом.

В *тесте на символизацию* образец впервые принадлежал к одной категории, а обе карточки для выбора — к другой, так что соответствие образца и одной из карточек для выбора не было очевидным.

Для успешного решения такой задачи воронам нужно было не только использовать ранее усвоенное правило выбора по образцу, но и произвести дополнительные операции, мысленно сопоставив ранее полученную информацию. Такой информацией было *число единиц подкрепления, связанное с каждым из стимулов* во время демонстрационных серий, причем *ранее цифры и множества никогда не предъявлялись одновременно.* Например, если образцом была цифра 4, а для выбора предлагались множества из 3 и 4 геометрических фигурок, то образцу соответствовало то множество, за которое ранее птица получала столько же личинок мучного хрущака, как и за цифру на образце. Такую же операцию следовало произвести, если образцом было множество (например, 3 элемента), а для выбора предлагали две цифры (3 и 4).

Птицы с первых же проб решали задачу правильно: в достоверном большинстве случаев они выбирали цифру, соответствующую изображенному на образце множеству и наоборот.

Вороны способны к символизации, т.к. без специального обучения, за счет мысленного сопоставления ранее полученной информации, могут установить эквивалентность множеств и исходно индифферентных для них знаков (цифр от 1 до 4).

Предполагается, что механизмом принятия решения в данном случае была операция логического вывода, которую называют *транзитивным заключением:* поскольку графическому множеству соответствует определенное число личинок и цифре соответствует такое же число личинок, то множество соответствует цифре (если А=В; В=С, то А=С). *На основе двух посылок, полученных ассоциативным или условнорефлек-торным путем, животное должно сделать вывод о наличии третьей связи.* Голуби в отличие от шимпанзе (Yamamoto, Asano, 1995), с такой задачей не справляются. Наши результаты позволяют сделать вывод, что вороны

способны к этому типу транзитивного заключения.

Другие эксперименты впервые показали, что птицы способны оперировать усвоенной информацией — выполнять с цифрами комбинаторную *операцию, аналогичную арифметическому сложению.* «Слагаемые» изображались на тех же карточках (рис. 6.1 Б), которые были разделены по диагонали чертой, так же как и соответствующие им кормушки были разделены вертикальной перегородкой на две равные части. В «демонстрационной» серии использовали только множества либо на обычных, либо на «разделенных» карточках и демонстрировали соответствие числа элементов числу личинок в обычных или в «разделенных» кормушках.

В отличие от «демонстрационной» серии, в тесте на «сложение» использовали только цифры. Если в качестве образца предъявляли отдельную цифру, то для выбора — две «разделенные» карточки с парой цифр, сумма которых на одной из карточек соответствовала цифре на образце. Если в качестве образца использовали «разделенную» карточку с парой цифр, то для выбора предлагали отдельные цифры.

Птицы успешно справились с этой задачей: в первых же 30 предъявлениях в достоверном большинстве случаев выбирали соответствующую образцу карточку. К началу серии они уже знали, что каждому конкретному графическому множеству и каждой цифре соответствует определенное число личинок, *и на этом основании установили, что определенные цифры и графические множества соответствуют друг другу.* Затем в ходе демонстрационной серии вороны получали дополнительную информацию о том, что под карточкой с «разделенным» множеством находится соответствующим образом «разделенное» число личинок. Для правильного выполнения теста на «сложение» им нужно было сделать мысленное заключение об эквивалентности друг другу отдельных цифр и соответствующих комбинаций двух цифр.

Такое успешное решение столь сложного теста заставило авторов проанализировать, не связано ли оно с использованием каких-либо «посторонних» признаков (см. 4.3), например обонятельных, акустических или же неосознанных «подсказок» экспериментатора. Поэтому в контрольной серии воронам предлагали задачу, не имевшую логического решения: обе карточки для выбора соответствовали образцу (рис. 6.1В). Подкрепление помещали в одну из кормушек в квазислучайном порядке. Таким образом, если бы в тесте вороны находили кормушку с личинками по каким-либо признакам, не имевшим отношения к логической структуре задачи, то они продолжали бы это делать и в контроле. Однако реально вороны стали выбирать кормушку с кормом на случайном уровне. При этом они выражали недовольство и нежелание работать в такой ситуации.

Вороны способны сохранять информацию о числовых параметрах стимулов не только в форме образных представлений, но и в некой отвлеченной и обобщенной форме, и могут связывать ее с ранее нейтральными для них знаками — цифрами. Таким образом, не только у высших приматов, но и у некоторых птиц довер-бальное мышление достигло в своем развитии того промежуточного этапа, который, по мнению Орбели (1949), обеспечивает возможность использования символов вместо реальных объектов и явлений и в эволюции предшествовал формированию второй сигнальной системы. Получает новое подтверждение впервые высказанное Л. В. Крушинским (1986) представление о том, что существует *параллелизм в эволюции высших когнитивных функций птиц и млекопитающих* — позвоночных с разными типами структурно-функциональной организации мозга.

6.3. Обучение животных языкам-посредникам.

Второй важнейший способ изучения способности животных к символизации — попытка обучать их искусственным языкам, в той или иной степени обладающим свойствами человеческой речи. История этого направления в изучении высших когнитивных функций животных была описана в разделе 2.9.2. Оно сыграло и продолжает играть ведущую роль в оценке уровня развития когнитивных процессов — способности к образованию довербальных понятий и использованию символов вместо реальных предметов и явлений.

Исследование поведения животных в процессе обучения языкам-посредникам (как проявления наиболее сложных когнитивных и коммуникативных функций) важно для понимания эволюции поведения. Оно показало, что человекообразные обезьяны, а также дельфины и попугаи могут усваивать языки-посредники, базируясь на высших когнитивных процессах — обобщении, абстрагировании и формировании довербальных понятий, способности к которым были у них выявлены в традиционных лабораторных экспериментах. Эти работы позволяют оценить, какие элементы коммуникативных процессов у животных и в какой степени предшествовали появлению речи человека (подробнее см.: Резникова, 1998; 2000; Зорина и др., 1999).

6.3.1. Какими свойствами должны обладать языки-посредники?

Известно, что существуют разнообразные определения и критерии языка, выбор которых может зависеть от задачи, стоящей перед исследователем. Рассмотрим, каким критериям должно удовлетворять поведение животного, чтобы можно было считать его действительно овладевшим языком-посредником.

Ключевые свойства языка (по Ч. Хоккету). В связи с проблемой усвоения антропоидами языков-посредников получили известность критерии языка, предложенные американским лингвистом Ч. Хокке-том (Hockett, 1958; см. также: Резникова, 2000). Согласно его представлениям, язык человека обладает семью ключевыми свойствами, часть которых присуща и естественным языкам животных. При анализе «лингвистических» навыков обезьян наиболее важны следующие свойства языка: ***семантичность, продуктивность, перемещаемость*** **и** ***культурная преемственность*** (см. ниже).

Виды языков-посредников. На разных этапах изучения проблемы обезьян обучали ряду искусственных языков. Основная часть экспериментов перечислена в табл. 6.1. Все использованные языки-посредники были построены по правилам английской грамматики, но в качестве «слов» в них использовались разные элементы.

Ачслен (AMerican Sign LANguage)— язык жестов, с помощью которого общаются глухонемые в США.

Йеркиш, в отличие от амслена, создан специально для экспериментов, а в качестве «слов» в нем используются особые значки-лек-сиграммы (см. 2.9.2), которые обезьяна выбирает на клавиатуре, а затем может видеть на экране компьютера. Еще один вариант йерки-ша, когда обезьяна получает *устные инструкции,* а отвечает на них с помощью знаков.

Обучение обезьян и амслену, и йеркишу было успешным. Успех был обеспечен тем, что использованные методы были вполне адекватны для выяснения вопроса, в какой мере такой язык может стать средством коммуникации обезьяны и человека, а

также обезьян между собой.

6.1. Основные программы обучения антропоидов языкам-посредникам

Тип «языка»	Авторы	Животные	Полученные результаты
Язык жестов (амслен)	Gardner, Gardner, 1969; 1985	шимпанзе Уошо, Моджа, Дар и Тату	использование знаков амслена для обозначения новых предметов; степень отвлеченности используемых символов
	Fouts et al., 1975; 1984; 1989	шимпанзе Люси	тест на способность к категоризации
		шимпанзе Элли	«перевод» с английского на амслен
		шимпанзе Бруно, Коко, Буи, Лулис и др.	общение на амслене между обезьянами
	Patterson, 1978	горилла Коко	словарь более 500 знаков
	Terrace, 1979	шимпанзе Ним	анализ понимания фраз
Пластиковые символы на магнитной доске	Premack D., 1972; 1983; 1994	шимпанзе Сара	составление сложноподчиненных предложений, построение аналогий
Язык «йеркиш»	Rumbaugh, et al., 1973; 1984; 1991	шимпанзе Лана	понимание и построение предложений
		шимпанзе Шерман, Остин	способность к символизации
	Savage-Rumbaugh, et al., 1984; 1993; 1998	шимпанзе (бонобо) Кэнзи, Панбониша	спонтанное понимание устной речи

6.3.2. Обучение человекообразных обезьян амслену.

Авторы первого эксперимента — супруги Аллен и Беатрис Гарднер (Gardner, Gardner, 1969; 1985; см. также 2.9.2) выбрали жестовый язык американских глухих — амслен и получили возможность исследовать способности шимпанзе овладевать элементами языка, построенного по правилам английской грамматики.

Не ожидая от своей воспитанницы Уошо особых успехов, они лишь ставили задачу выяснить:

♦ может ли Уошо запоминать и адекватно использовать жесты;

♦ сколько жестов может входить в ее «лексикон»;

♦ может ли обезьяна понимать вопросительные и отрицательные предложения (эти способности подвергались сомнению);

♦ будет ли она понимать порядок слов в предложении.

Результаты, полученные в первый же период работы с Уошо, а затем и с другими обезьянами, превзошли первоначальные осторожные прогнозы. За 3 года обучения Уошо усвоила 130 знаков, передаваемых сложенными определенным образом пальцами. Другие шимпанзе также активно овладевают обширным запасом жестов, которые они адекватно используют в широком диапазоне ситуаций.

В словарь овладевшего амсленом шимпанзе входят жесты, означающие:

- ♦ названия *предметов,* которыми пользуется животное в повседневном обиходе;
- ♦ обозначения *действий,* совершаемых самой обезьяной и окружающими;
- ♦ обозначения *определений* цвета, размера, вкуса, материала используемых предметов;
- ♦ обозначения *эмоциональных состояний* — «больно», «смешно», «страшно» и т.п.;
- ♦ обозначения *отвлеченных понятий* — «скорее», «еще»;
- ♦ обозначение *отрицания «нет».* (Усвоение этого жеста нередко происходило с трудом. Например, Уошо нача ла им пользоваться только после того, как пригрозили выгнать ее на улицу, где лаяла собака, которой та очень боялась).

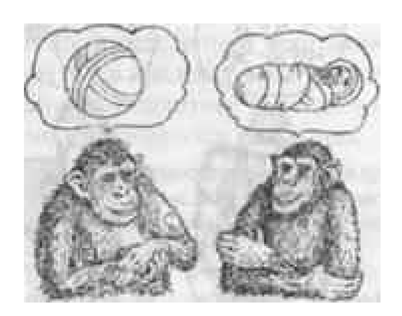


Рис. 6.2. Шимпанзе изображает знаки амслена «мячик» и «бэби» (рисунок Т. Никитиной).

Объем словаря антропоидов. Эксперименты, проведенные на разных обезьянах (Patterson, 1978; Gardner et al., 1985), показали, что словарь даже в 400 жестов далеко не исчерпывает их возможностей. При обучении «йеркишу» (см. ниже) животные также усваивали сотни знаков и понимали более 2000 слов устно. Следует отметить, что в большинстве случаев опыты проводились на молодых шимпанзе и прекращались самое позднее, когда им было 10 лет. Учитывая, что в неволе шимпанзе могут жить до 50 лет, авторы допускали, что полученные данные отражают далеко не все возможности этих животных.

По окончании экспериментов обезьяны долгие годы помнят усвоенный словарь и навыки обращения с ним. Так, Уошо, которую ее воспитатели Гарднеры посетили после семилетнего перерыва, сразу же назвала их по имени и прожестикулировала: «Давай обнимемся!»

Сам по себе факт заучивания жестов еще не несет в себе ничего принципиально нового — для этого достаточно простого условнорефлекторного обучения. Тем не менее ряд особенностей использования шимпанзе «словарного» запаса заставлял предполагать, что употребление знаков основано у них на когнитивных процессах более высокого порядка — на *обобщении и абстрагировании.* Об этом свидетельствует тот факт, что, хотя при обучении использовались, как правило, единичные конкретные предметы, обезьяны применяли усвоенные жесты к довольно широкому набору незнакомых предметов той же категории. Так, например, знаком «бэби» (рис. 6.2) все обезьяны обозначали и любого ребенка, и щенков, и кукол; знаком «собака» — представителей любых пород, в том числе и на картинках, а

также лай отсутствующего пса. Шимпанзе одинаково хорошо понимали жесты и когда тренер находился рядом, и когда такие знаки были изображены на фотографиях.

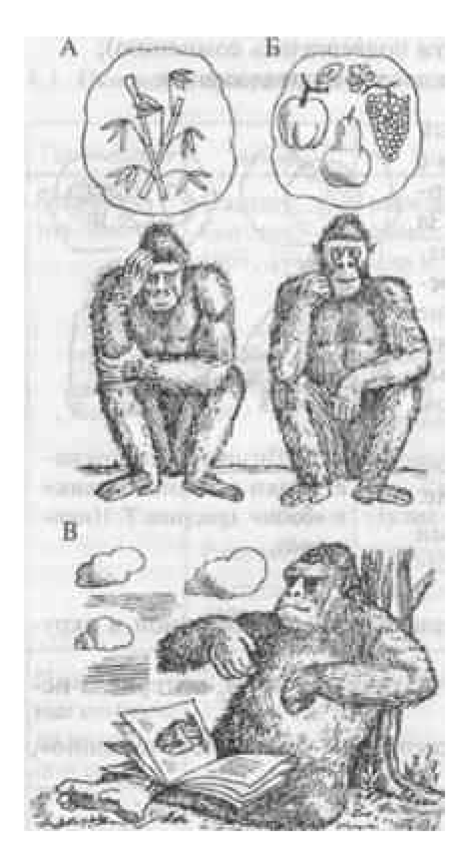


Рис. 6.3. Знаки гориллы Коко.
А — комбинация знаков «дерево» и «салат» для обозначения побегов бамбука; Б — знак «фрукты»; В — Знак «Я» при обнаружении в книге фото обезьяны (рисунок Т. Никитиной).

Обезьяны переносят навык называния предмета с единичного образца, использованного при обучении, *на все предметы данной категории.*

Использование знаков в переносном смысле. Ряд данных свидетельствует, что шимпанзе не просто заучивают связь между жестами и обозначаемыми ими предметами и действиями, но *понимают их смысл.* Оказалось, что они могут употреблять жесты в *переносном смысле,* причем иногда делают это довольно тонко. Так, Уошо назвала служителя, долго не дававшего ей пить, «грязный Джек», и это слово явно не имело смысл «запачканный», а «звучало» как ругательство. В других случаях разные шимпанзе называли «грязными» бродячих котов, надоедливых гиббонов и ненавистный поводок для прогулок. Люси использовала для обозначения невкусного редиса знаки «боль» и «плакать».

Использование знаков в новых ситуациях. Основные данные о пользовании амсленом получены в контролируемой обстановке эксперимента, когда инструктор работал с обезьяной по определенной программе **и** ее ответы (правильные или неправильные) были предсказуемы. Наряду **с** этим и Уошо, и ее «коллеги» по собственной инициативе использовали жесты в незапланированных, экстренно сложившихся ситуациях.

Описаны примеры, когда горилла, разглядывая иллюстрированный журнал, жестами комментировала знакомые картинки (см. рис. 6.3В). Уошо, известная своей боязнью собак, отчаянно жестикулировала «Собака, уходи!», когда во время прогулки на автомобиле за ним с лаем погнался пес.

Усвоенную ими систему знаков шимпанзе использовали как *средство классификации* предметов и их свойств. Впервые это было четко показано **Роджером Футсом** (Fouts, 1975) в опытах на шимпанзе Люси. Она имела относительно ограниченный запас знаков (60), но с их помощью почти безошибочно относила к соответствующей категории новые, ранее никогда не предъявлявшиеся ей овощи, фрукты (рис. 6.3Б), предметы обихода, игрушки (см. также 5.5.3).

Свойства языка шимпанзе и критерии Хоккета. Данные, полученные при обучении обезьян языкам-посредникам, позволяют проанализировать, какие свойства языка человека можно у них обнаружить.

Знаки амслена, которые усваивают шимпанзе, обладают свойством "*семантичности»,* т.е. с их помощью обезьяны могли присваивать определенное значение некоторому абстрактному символу.

Свойство *«продуктивности»* означает способность создавать и понимать бесконечное число сообщений, преобразуя исходный ограниченный запас символов в новые сообщения. О том, что языку, усвоенному шимпанзе, присуще это свойство, свидетельствует, например, способность комбинировать знаки для обозначения новых предметов. Так, Уошо называла арбуз «конфета — питье» *(candy — drink),* а впервые встреченного на прогулке лебедя — «вода — птица» *(water— bird).*Горилла Коко изобрела жест для обозначения любимых побегов бамбука *«дерево — салат»* (см. рис. 6.3А). При достаточно большом запасе знаков шимпанзе начинали гибко использовать синонимы для обозначения одного и того же предмета в зависимости от контекста *{чашка— пить, красный, стекло;* подробнее см.: Панов, 1983).

Усвоенная шимпанзе система знаков амслена в некоторой степени обладает свойством «продуктивности».

До недавнего времени считалось, что свойство продуктивности совершенно не характерно для естественных коммуникативных систем животных. Однако упоминавшиеся выше «долгие крики» шимпанзе имеют признаки продуктивности: в зависимости от ситуации последовательность элементов в них бывает разной.

Свойство *«перемещаемость»* означает, что предмет сообщения и его результаты могут быть *удалены во времени и пространстве* от источника сообщения. Наличие этого свойства проявляется в способности:

♦ использовать знаки в отсутствие соответствующего объекта;

♦ передавать информацию о прошлых и будущих событиях;

♦ передавать информацию, которая может стать известной только в результате употребления знаков.

В работах Р. Футса (Fouts et al., 1984) приведены отдельные наблюдения, свидетельствующие о наличии этого свойства в языке, усвоенном Уошо и Люси. Так, например, когда Люси разлучили с заболевшей собакой — ее любимицей, она постоянно ее вспоминала, называла по имени и объясняла, что той больно.

Для специального анализа этого вопроса Р. Футс провел опыты на шимпанзе Элли. Он обратил внимание, что тот неплохо понимает устную речь окружающих, и, воспользовавшись этим, научил его названиям нескольких предметов. На следующем этапе Элли научили знакам амслена, соответствующим этим словам, но обозначаемых ими предметов при этом не показывали. Во время теста обезьяне

предъявляли новые предметы тех же категорий, что и использованные на начальном этапе — при заучивании словесных обозначений. Оказалось, что Элли правильно называл их с помощью жестов, как бы мысленно «переводя» их названия с английского на амслен.

Вопрос о наличии свойства «перемещаемости» в усвоенном шимпанзе языке особенно важен в связи с изучением мышления животных, поскольку *употребление знака в отсутствие обозначаемого им предмета* свидетельствует о формировании и хранении в мозге внутренних (мысленных) представлений об этом предмете. Это наиболее убедительное свидетельство способности к символизации, так как элемент языка-посредника употребляется в полном «отрыве» от обозначаемого реального предмета.

В основе употребления знаков амслена у шимпанзе лежит не просто образование ассоциаций, но формирование внутренних представлений о соответствующих им предметах и действиях.

Знаки амслена могут употребляться в отсутствие обозначаемых предметов и наряду с прочими преобразованиями допускают и кроссмодальный перенос от звуковых (словесных) к зрительным (жестовым) знакам.

Наиболее убедительно способность шимпанзе передавать информацию об отсутствующих и недоступных непосредственной сенсорной оценке предметах была продемонстрирована в работах С. Сэведж-Рамбо (Savage-Rumbaugh et al., 1984; 1993).

В естественных коммуникативных системах животных свойство «перемещаемости» не обнаружено.

Культурная преемственность — это способность передавать информацию о смысле сигналов из поколения в поколение посредством *обучения и подражания,* а не за счет наличия видоспецифических (врожденных) сигналов. Она составляет отличительное свойство языка человека. На вопрос, проявляется ли такое свойство у шимпанзе при пользовании языком-посредником, точного ответа пока не получено. Общение Уошо с ее приемным сыном Лулисом (Fouts et al., 1984; 1989) показывает, что такая преемственность, по-видимому, может существовать.

Известно по крайней мере три случая, когда Уошо специально **учила** малыша знакам амслена (пища, жвачка, стул), складывая его пальцы соответствующим образом. Два этих жеста так и вошли в его словарь. Взрослые шимпанзе также в ряде случаев усваивали знаки, подражая «говорящим» сородичам.

Эти данные представляют несомненный интерес, однако они не могут служить достаточно убедительным доказательством наличия культурной преемственности языковых навыков у шимпанзе. Хотя те и пользуются знаками в отсутствие человека, неясно, насколько эти знаки отличаются по своим функциям от естественного языка жестов **и** телодвижений. Не было проанализировано, о чем обезьяны сигнализируют друг другу и какой тип коммуникации обеспечивается этими жестами. Вместе с тем в природных условиях культурная преемственность, по-видимому, играет определенную роль в создании диалектов естественного языка шимпанзе.

Язык-посредник амслен, который усваивают шимпанзе, обладает не только свойством семантичности, но отчасти свойствами продуктивности, перемещаемости и культурной преемственности. (Позднее Гарднеры работали и с другими шимпанзе. Эти и другие опыты подробно и достоверно описаны в популярной книге известного американского журналиста Ю. Линдена (1981; см. также: Ерахтин, Портнов, 1984; Мак-Фарленд, 1988; Зорина и др., 1999; Резникова, 2000).

Составление предложений и понимание их структуры. Уже на самых ранних этапах экспериментов выяснилось, что, осваивая амслен, обезьяны комбинировали знаки не только для обозначения новых предметов. Выучив всего 10—15 жестов, они по собственной инициативе объединяли их в 2—4-членные цепочки, напоминавшие предложения, которые произносят начинающие говорить дети. Было похоже, что они понимали не только значение, но и *порядок употребления отдельных жестов.* Первыми такими комбинациями были «дай — сладкий» и «подойди — открой», «Уошо — пить — скорее». Анализ структуры 158 фраз, самостоятельно составленных Уошо, показал, что в большинстве случаев порядок слов в них отвечает принятому в английском языке (подлежащее — сказуемое — дополнение) и отражает те же, что и у детей, основные отношения типа:

Субъект — действие,

Действие — объект,

указательная частица — объект.

Это показывает, что обезьяны понимали и передавали информацию о направленности действия, принадлежности предмета и его местонахождении. Они четко различали смысл фраз: «Роджер щекотать Люси» и «Люси щекотать Роджер», «дай мне» и «я дам тебе», «кошка кусает собаку» и «собака кусает кошку» и т.п.

Типичные для шимпанзе последовательности знаков обычно были *основаны на улавливании связей* между предметами и явлениями внешнего мира, отражали их эмпирические представления.

На основании этих данных было высказано предположение, что обезьяны овладевают *элементами синтаксиса.* Однако дополнительный анализ тех же видео- и киносъемок показал, что такая гипотеза слишком оптимистична и не полностью подтверждается фактами. Так, выяснилось, что увеличение числа знаков в предложении чаше всего не прибавляет объема передаваемой обезьяной информации («Уошо — пить — чашка — скорее — пить — скорее»), многие из фраз остаются незаконченными, а часть из них вообще бессмысленна.

В ходе дискуссий по этому вопросу выяснилось, что в лингвистике и в детской психологии не существовало критериев того, с какого момента, с какой стадии детский лепет можно считать речью. Это и понятно, поскольку не было такой проблемы: ведь у детей раньше или позже этот лепет обязательно переходил в полноценную речь. Но для строгого сравнительного анализа речи ребенка и шимпанзе такие критерии были необходимы.

Многие критические замечания были направлены на то, что обезьяны вряд ли способны самостоятельно формировать семантически значимые и грамматически правильные предложения. Так, американский исследователь Г. Террес предполагал, что обезьяны могли строить свои фразы просто в подражание воспитателям, на самом деле не понимая их смысла. Веские доказательства того, что шимпанзе действительно могут усваивать общие принципы построения фраз и даже делать это самостоятельно, на основе понимания их смысла, а не просто подражая экспериментатору, были получены только в более поздних опытах в работах Сью Сэведж-Рамбо (Savage-Rumbaugh et al., 1993) в 90-е годы XX в. при обучении шимпанзе другому языку (йеркишу) и в других условиях (см. ниже).

6.4. Понимают ли обезьяны смысл знаков и синтаксис языка-посредника?

Сколь бы ни были убедительны приведенные выше данные о том, что амслен,

используемый шимпанзе, действительно близок по ряду свойств языку человека, они тем не менее вызывали ряд возражений и требовали новых доказательств и проверок. Прежде всего это касалось следующих вопросов:

♦ понимают ли обезьяны смысл жестов и составленных из них «предложений» и не определяется ли их поведение просто подражанием воспитателю?

♦ действительно ли можно считать *символами* применяемые шимпанзе жесты, или же это просто условнорефлекторные связи, которые заставляют животное продуцировать определенный жест при виде определенного предмета, получая его затем в качестве подкрепления?

♦ могут ли обезьяны понимать устную речь человека независимо от контекста?

Ответу на эти вопросы способствовали работы Д. Рамбо. Они были начаты в 70-е годы и продолжают плодотворно развиваться (см. 2.9.2).

Проверка роли подражания человеку и «подсказок» при овладении языком. Разработанный Рамбо язык-посредник «йеркиш» был более формализованным и контролируемым средством общения с обезьяной. «Словами» этого языка служили значки на клавишах компьютера (лексиграммы), которые появлялись на мониторе, когда обезьяна нажимала на клавишу. Процесс обучения происходил как диалог обезьяны с компьютером, а не с человеком. Это обстоятельство представлялось весьма существенным. Оно исключало возможность невольных «подсказок» со стороны экспериментатора. Оно препятствовало также слепому подражанию обезьяны действиям человека, которое предположительно могло играть роль в усвоении амслена.

Первая обезьяна, овладевшая этим языком, — шимпанзе Лана — научилась главным образом тому, чтобы нажимать на соответствующую клавишу компьютера для получения нужного ей предмета. Она продемонстрировала способность выстраивать лексиграммы на мониторе в соответствующем порядке, уверенно задавала вопросы (знак «?» в начале фразы), по собственной инициативе исправляла замеченные ошибки. Но, несмотря на то, что ее обучение было строго формализовано, она, как и обезьяны, «говорившие» на амслене, иногда делала совершенно неожиданные заявления, например просила: «Машина, пощекочи, пожалуйста, Лану».

Поведение Ланы подтвердило данные, полученные при обучении амслену, — было доказано, что обезьяна строит фразы самостоятельно, без «подсказок» **и** подражания инструктору.

Среда и объем информации, которым оперировала Лана, были ограниченны **и** практически всегда ее высказывания касались предметов, *находящихся в поле зрения* и к тому же немногочисленных. Поэтому ранее возникшее предположение о том, что ведущую роль в овладении языком играло простое образование условной связи (ассоциации) между знаком и получением соответствующего предмета, опытами с Ланой не было опровергнуто.

Имеют ли знаки «йеркиша» свойства символов? Сэведж-Рамбо привлекла внимание к тому, что, как правило, шимпанзе подают знаки главным образом в присутствии предметов, если они получают за это подкрепление. В то же время *знак* можно считать *символом,* если он употребляется *в отсутствие* обозначаемых предметов, без связи с подкреплением и в разном контексте. Известно также, что начинающие говорить дети произносят слова ради самих слов или для привлечения внимания окружающих к интересующим их вещам, не только в качестве *просьбы,* но и просто как «наименование». Сэведж-Рамбо предположила, что эти различия обусловлены тем, что у детей слова усваиваются не столько в результате

целенаправленного обучения, сколько непроизвольно, в самых разных ситуациях и им соответствуют более или менее отвлеченные внутренние представления, а не простые условнорефлекторные связи.

Ввиду этого в ее экспериментах обезьян (как и обучавшихся ранее амслену) воспитывали в полусвободных и обогащенных условиях, в тесном контакте с воспитателями и с другими обезьянами, в отличие от Ланы, которая была ограничена в общении (см. также 2.9.2).

Новая методика С. Сэведж-Рамбо не фокусировала внимания обезьян только на получении объекта. Их побуждали использовать знак-лек-сиграмму не столько для получения какого-то предмета, сколько для его «наименования». Это происходило в ситуации, где всегда было несколько предметов и воспроизведение знака не было жестко связано с их получением. По этому методу одновременно воспитывали двух шимпанзе Шермана и Остина. Они научились *общаться с помощью знаков* с человеком и друг с другом, отвечать на вопросы и с их помощью воздействовать на поведение друг друга и окружающих. С нашей точки зрения, сходный тип поведения был описан Футсом (Fouts et al., 1984) у шимпанзе Бруно и Буи, которых обучали амслену (см. табл. 6.1 и рис. 6.4).

Обученные по этой системе Шерман и Остин употребляли знаки в гораздо более разнообразных ситуациях, чем их предшественники по изучению йеркиша, особенно Лана. Стремление к «наименованию» предметов обнаруживалось у них спонтанно, без инструкции тренера. Очевидно, что научить этому специально невозможно. Вместо того чтобы ждать, когда тренер даст им или попросит предмет, как это бывало у ственной инициативе называли их и показывали тренеру, т.е. включили обычно исполняемые тренером функции в собственное поведение. При появлении тренера с набором игрушек они без всякой команды называли их и показывали, вместо того чтобы ждать, когда тот решит играть и даст соответствующую команду.

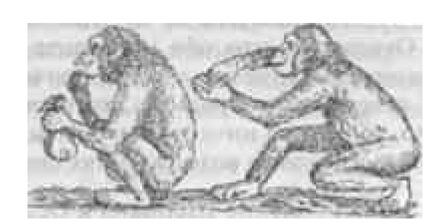


Рис. 6.4. Использование знаков амслен в общении шимпанзе Бруно и Буи между собой. Буи изображает знак «щекотать», возможно, для того, чтобы отвлечь Бруно от лакомства и самому его съесть (рисунок Т. Никитиной).

Это свойство проявилось и в отношениях между самими шимпанзе. Шерман — доминант — нажимал на соответствующую клавишу и давал Остину кусок апельсина. Оба они нажимали

нужную клавишу компьютера прежде, чем взять кусок пищи или игрушку, *даже если те были спрятаны.* Остин (низший по рангу) подводил Шермана к компьютеру и побуждал нажимать клавишу — «добывать» лакомства.

Для такого использования знаков (лексиграмм), как средства «называния» предметов, в том числе и в их отсутствие, животное должно понимать соответствие между:

- предметом, который оно выбрало из группы как объект наименования;

- лексиграммой, которую оно нажало на клавиатуре;
- предметом, который оно в конце концов выбрало и передало экспериментатору.

Действительно ли шимпанзе представляют себе все эти соответствия? Наиболее надежная проверка этого предположения — это процедура теста при двойном слепом контроле. В обстановке игры с тренером шимпанзе «называют» один из предметов, но предметы для выбора, тренер, которому их надо показывать, и клавиатура, на которую надо нажимать, расположены далеко друг от друга. Такое «пространственное разнесение» было введено для создания дополнительной нагрузки на образную память, на сохранение представления о выбранном предмете. Решив, какую игрушку он выберет, шимпанзе должен помнить, что именно он выбрал, пока идет к клавиатуре и высвечивает соответствующую лексиграмму в отсутствие реального объекта. Затем, держа в памяти, что именно он высветил на экране (поскольку, уходя от компьютера, он перестает видеть лексиграмму), обезьяна должна взять выбранный предмет и передать его экспериментатору, который сидит у отдельного монитора и видит лексиграмму только после вручения ему выбранного предмета (это делается для того, чтобы он вольно или невольно ничего не мог «подсказать» обезьяне).

Оказалось, что оба шимпанзе правильно называли выбранный предмет практически в 100%, причем когда Шерман однажды высветил лексиграмму предмета, которого в тот момент в лаборатории не было, то не взял ничего. Эти опыты позволили сделать важное заключение о языковых возможностях шимпанзе.

Стремление Шермана и Остина к *наименованию* предметов по собственной инициативе, в том числе когда они их не видят, говорит о том, что усвоенные ими знаки приобрели свойства *символов* и эквивалентны навыкам, описанным у детей. Они несомненно показывают, что языковые навыки обезьян при определенных условиях обучения могут обладать свойством *перемещаемости.* Еще более веские доказательства этого были получены в других работах С. Сэведж-Рамбо.

Понимают ли шимпанзе устную речь человека? Итак, было обнаружено, что Шерман и Остин способны употреблять символы для обозначения отсутствующих предметов и в более широком контексте, чем обезьяны, обученные по другим методикам. После этого Сэведж-Рамбо приступила к воспитанию детенышей карликового шимпанзе-бонобо *{Pan paniscus)* в такой же речевой среде, в какой обычно растут дети, с тем чтобы проверить их способность понимать устную (звуковую) речь человека.

Она старалась максимально разнообразить условия их содержания, систематически меняя все возможные компоненты среды, позволяла им общаться и с людьми, и с другими обезьянами. Но главной особенностью программы было то, что люди постоянно разговаривали при обезьянах. При этом исследователи не проводили специальной дрессировки на выполнение словесных команд, а лишь создавали для обезьян соответствующую языковую среду — *четко произносили правильно построенные простые фразы.*

Одна из особенностей этого долгосрочного эксперимента, продолжающегося уже более 20 лет, состояла в том, что он был начат в раннем возрасте, когда двум карликовым шимпанзе (бонобо) и трем детям было по 10 месяцев. Все они с начала обучения находились в сходных условиях — постоянно слышали устную человеческую речь. При этом обезьян *не тренировали непосредственно выполнению словесных команд, а лишь создавали им «языковую среду».*

Первым учеником был Кэнзи, которого научили также общаться с человеком и с

другими обезьянами при помощи клавиатуры с лек-сиграммами. Главным в этой части программы было заставить обезьяну *называть* окружающие объекты, а не просто произносить *«просьбы» о том или ином предмете* с последующим получением *подкрепления.*

Оказалось, что в возрасте 5 лет Кэнзи спонтанно начал понимать устную речь, и не только отдельные слова (что отмечалось и раньше у других обезьян), но и целые фразы. Как и обезьяны, общавшиеся с помощью амслена (см. выше), он понимал разницу между фразами «Унеси картошку за дверь» и «Иди за дверь, принеси картошку». Такое же понимание он проявлял и в собственных высказываниях, в зависимости от ситуации делая одни и те же лексиграммы то подлежащим, то дополнением.

«Экзамен», который держал Кэнзи, растянулся на несколько лет. В общей сложности ему было задано 660 вопросов-инструкций, каждый раз новых, не повторяющих друг друга. Чтобы ненароком не повлиять на обезьяну, экзаменатор всегда находился в другой комнате, наблюдая за происходящим через стекло с односторонней видимостью. Вопросы Кэнзи слышал через наушники, причем их задавали разные люди, а иногда применяли даже синтезатор звуков голоса. В подавляющем большинстве случаев без какой-то специальной тренировки он правильно выполнял каждый раз новые инструкции. Часть из них относилась к сфере повседневной активности обезьяны. В них был «задействован» весь набор манипуляций с предметами обихода, которые Кэнзи совершал или в принципе мог совершить, а также разнообразные контакты с окружающими. Полный перечень этих вопросов опубликован (Savage-Rumbaugh et al., 1993), ниже мы приводим типичные примеры:

—положи булку в микроволновку;

—достань сок из холодильника;

—дай черепахе картошки;

—выйди на улицу и найди там морковку;

—вынеси морковь на улицу;

—налей кока-колы в лимонад;

—налей лимонад в кока-колу.

Другие обращенные к нему фразы, напротив, провоцировали совершение мало предсказуемых действий с обычными предметами:

—выдави зубную пасту на гамбургер;

—найди собачку и сделай ей укол;

—нашлепай гориллу открывалкой для банок;

— пусть змея (игрушечная) укусит Линду (сотрудницу) и т.д.

Наконец, Кэнзи справлялся и с заданиями, полученными в непривычной обстановке, например во время прогулки:

— набери сосновых иголок в рюкзак.

Упоминавшиеся выше опыты на других обезьянах позволяли предположить, что они осваивают элементы синтаксиса. Некоторые понимали не только простые фразы, но и более сложные синтаксические конструкции типа: «Если не хочешь яблока, то положи его обратно». Подобные фразы понимала и составляла сама шимпанзе Сара в опытах Примэка (Premack, Premack, 1972; см. 2.9.2). Однако она делала это только после долгой тренировки с каждой конкретной фразой, не понимая

их смысла, тогда как Кэнзи усваивал именно общий принцип и без дальнейшей дрессировки с первого же раза правильно реагировал на любые из этих сотен вопросов.

На этом основании представляется более вероятным, что фразы, которые «произносили» обезьяны, обученные языку жестов, также были основаны *на понимании их смысла,* а не просто на подражании. Благодаря опытам с Кэнзи гипотеза о способности человекообразных обезьян понимать синтаксис языков-посредников на уровне 2-летнего ребенка получила убедительное подтверждение.

Как известно, для человека критическим фактором, определяющим формирование способности понимать речь, является возраст, когда он начинает ее слышать, и условия, в которых это происходит. В данном случае шимпанзе, которых начали обучать не в 10 месяцев (как Кэнзи), а в 2—3 года, смогли усвоить гораздо меньше навыков и для этого требовалась гораздо более интенсивная и направленная тренировка. Понимать же устную речь столь полно и в таком объеме, как Кэнзи, не мог больше никто.

Эти данные представляются тем более убедительными, что находятся в полном соответствии с особенностями когнитивных способностей высших обезьян, выявленными в ранее рассмотренных нами лабораторных экспериментах (см. также 8.5). В частности, способность шимпанзе к использованию символов для маркировки множеств и умение «складывать» цифры, не видя обозначаемых ими множеств (6.1.2) также отражают тот уровень когнитивных процессов, который обеспечивает свойство «перемещаемости» знаков при использовании языков-посредников. Они совпадают также с появляющимися сведениями о принципиальных особенностях в структуре естественной коммуникационной системы шимпанзе (Ujhelyi, 1996; см. также 6.1).

Эти сенсационные результаты заставили авторов обратиться к исследованию мозга шимпанзе в поисках морфологических основ зачатков речи (см., напр.: Hopkins et al., 1992). С помощью разнообразных новейших методов (гистология, сканирование, позитронно-эмисси-онная томография) была обнаружена асимметрия в строении височных областей мозга, причем *planum temporale* левого полушария оказалась более развитой. Выводы американских ученых подтверждают оставшиеся почти не известными данные работ российских ученых (С. М. Блинков, Г. И. Поляков, Е. П. Кононова, Ю. М. Шевченко; см.: Фирсов, 1993), полученные еще в середине XX в., о том, что «речевые» зоны коры существуют не только у человека. Цитоархитектонические исследования (см.: «Глоссарий») обнаружили многочисленные черты сходства «речевых» областей мозга человека и шимпанзе. В частности, еще в тот период было установлено, что в верхневисочной области коры шимпанзе имеется поле 37, которое у человека связано с *пониманием звуковой речи.*

Коль скоро мозг шимпанзе наделен «речевыми структурами» и способен их активизировать в соответствующих условиях, можно предположить, что последний общий предок человека и шимпанзе тоже имел эти структуры. Тогда и непосредственные предшественники человека австралопитеки и *Homo erectus* тоже могли иметь зачатки языка (Savage-Rumbaugh et al., 1993; 1998).

6.5. Обучение языкам-посредникам других животных.

Наряду с шимпанзе языку жестов успешно обучали также гориллу (Patterson, 1998) и орангутана (Miles, 1983). Вопрос о том, насколько развиты у других животных когнитивные функции, лежащие в основе овладения языками-

посредниками у антропоидов, представляет несомненный интерес, и ряд ученых попытался его исследовать.

Обучение дельфинов. Способность морских млекопитающих к овладению языками-посредниками в течение ряда лет изучает американский исследователь Л. Херман (Herman, 1986). В его работах дельфины-афалины должны были сначала усвоить «названия» различных предметов в бассейне и совершаемых с ними действий.

Для одного дельфина (по кличке Акеаками) «словами» служили жесто-вые сигналы экспериментатора, который стоял на краю бассейна. С другим дельфином (по кличке Феникс) общались с помощью звуковых сигналов, генерируемых компьютером. Животные должны были усвоить связь между объектами в бассейне и обозначающими их знаками, а также между жестами и манипуляциями, которые они должны были совершать.

Постепенно дельфины, повинуясь цепочкам из 2—3 знаков, научились точно следовать инструкциям тренера и выполнять некие комбинации действий с предметами, например: «дотронься хвостом до иллюминатора», «набери воды и облей N», «надень кольцо на палку слева», «просунь палку в кольцо» и т.п. Далее проводились тесты с использованием новых предложений, в которых животных также просили принести или переместить какой-либо предмет либо положить один предмет *внутрь другого, на него или под него* и т.п. Дельфины продемонстрировали способность точно понимать сигналы, символизирующие пространственное соотношение предметов. Этот факт хорошо согласуется с данными о способности дельфинов к обобщению этих признаков в лабораторных экспериментах (Стародубцев, 2000; см. 5.5.3).

В ряде тестов предмет, с которым дельфину нужно было манипулировать, находился вне поля его зрения или же инструкцию подавали за 30—40 с до появления предмета. Дельфины успешно следовали жестам инструктора и в этих условиях, когда их поведение определялось *не наличным стимулом, а сохраненным в памяти мысленным представлением о нем.*

Поведение дельфинов свидетельствовало также о понимании *рол и порядка слов в предложении* и возможности без специального обучения правильно реагировать на *новые,* логически упорядоченные последовательности «слов» языка-посредника. Тем не менее никаких доказательств того, что дельфины могут сами составлять хотя бы простейшие фразы, пока не получено.

Обучение попугая. Несомненный интерес представляют исследования на попугаях. Известно, что представители разных видов могут выучивать и произносить сотни слов, варьировать слова в предложениях, составлять фразы адекватно ситуации и вступать в довольно осмысленные диалоги со своими воспитателями. Подробное описание поведения «говорящих» птиц приводится в работе В. Д. Ильичева и О. Л. Силаевой (1990).

Несмотря на важность получения сравнительной характеристики когнитивных способностей этих высокоорганизованных птиц с крупным и тонко дифференцированным мозгом, экспериментального изучения практически не проводится. Исключение составляют только многолетние фундаментальные работы американской исследовательницы Ирэн Пепперберг (Pepperberg, 1981; 1987; 2000). Она разработала оригинальный метод общения с попугаем Алексом (африканским серым жако, *Psittacus erithacus),* причем в качестве языка-посредника

использовалась собственно человеческая речь (рис.6.5).



Рис. 6.5. Опыты И. Пепперберг по символизации с попугаем Алексом (фото Д. Линдена с любезного разрешения проф. И. Пепперберг, Аризонский университет, США).

Алекс попал в лабораторию Аризонского университета в возрасте 11 лет, т.е. достаточно взрослым, и сразу же проявил большие способности к обучению. В его присутствии люди беседовали между собой, а попугай ревностно за этим следил и старался вмешиваться в диалог. Разработанный Пепперберг метод отличается тем, что в процессе обучения участвуют одновременно два обучающих человека. Один тренер (основной) обращается одновременно и к человеку (второму тренеру), и к попугаю. Второй тренер является для попугая, с одной стороны, объектом для подражания, а с другой — как бы его соперником. Уроки проходили следующим образом. Один экспериментатор показывал другому яблоко или карандаш, спрашивая: «Что это такое?» Если ответ был правильным (причем человек старался тщательно проговаривать слова), обучающего хвалили и давали названный предмет. Приведем протокол такого опыта:

Обучающий: Брюс, что это? *(показывает ему тюбик с зубной пастой).*

Брюс *(громко):* Паста.

Обучающий: Молодец! Возьми пасту *(дает ему тюбик).*

Алекс *(перебивает):* аа

Обучающий: Алекс, ты это хочешь? Что это?

Алекс: Папа.

Обучающий: Нет, *(обращается к помощи Ирэн)* что это? Ирэн: Па..а.

Обучающий: Нет, Ирэн, что это? Ирэн: Па..а. Обучающий: Лучше.

Ирэн: Па-ста *{подчеркивая звуки «с» и «т»).* Обучающий: теперь правильно, скажи еще раз.

Ирэн *{повторяет и получает тюбик, после чего снова произносит слово «паста», держа в руке тюбик).*

Алекс *(сидя на клетке, тянется за тюбиком):* Па!

Ирэн: Лучше! Что это?

Алекс: Па-а.

Ирэн: Еще лучше, Алекс!

Алекс: Па-та.

Ирэн: Ну ладно, ты хорошо постарался, бери пасту.

Алекс играет с тюбиком.

За 15 лет обучения Алекс освоил около 100 наименований предметов (дерево, кожа, бумага, пробка, орех, банан, куртка, морковь, вишня, ливень, спина и т.д.). Он способен обозначить форму предмета, количество углов, считает до 6, знает названия категорий «форма», «материал», «цвет» и называет 7 цветов. Он активно пользуется словом «хочу», а если ему дают не тот предмет, который он просит, он говорит «нет» и отбрасывает его в сторону.

Кроме того, Алекс *усвоил обобщение по сходству* и *соответствию* и уверенно сообщал, одинаковые ему показали предметы или разные.

В ответ на предъявление различных множеств (от 2 до 6; в том числе совершенно новых или гетерогенных) Алекс правильно произносил названия числительных. Он верно определял число одинаковых элементов в гетерогенных множествах (Pepperberg, 1987).

Таким образом, продемонстрированные Алексом способности удовлетворяют как большинству из критериев понятия числа, так и некоторым критериям счета (Pepperberg, 1994; см. 6.1).

Поведение попугая в опытах Пепперберг производит глубокое впечатление, хотя уровень его способностей не сравним с тем, который продемонстрировали шимпанзе. Тем не менее именно Пепперберг впервые удалось поставить эксперименты, по результатам которых можно объективно судить о характере когнитивных способностей попугаев. Благодаря этой программе Алекс научился не только называть тестовые предметы, но и определять их форму (треугольная, четырехугольная), цвет и даже указывать материал, из которого они сделаны. Он может отвечать на вопросы типа: «Сколько здесь предметов? Сколько из них круглых? А сколько кожаных? Сколько черных?» У этого попугая удалось установить связь между неприятной для него ситуацией и отрицанием «нет».

Работы по обучению языкам позвоночных-неприматов построены так, что не столько выявляют их коммуникативные способности, сколько характеризуют уровень когнитивной деятельности — способность к обобщению и символизации. Несмотря на немногочисленность и разрозненность таких работ, они убедительно свидетельствуют, что способность к обобщению и абстрагированию, необходимая для обеспечения зачатков процесса символизации, возникает у животных разного уровня филогенетического развития.

РЕЗЮМЕ.

Способность животных к обобщению и абстрагированию, которая у наиболее высоко организованных млекопитающих и птиц достигает уровня формирования довербального понятия, позволяет овладевать символами и оперировать ими вместо обозначаемых реальных предметов и понятий. Эта способность выявляется как в традиционных лабораторных экспериментах («счет» у шимпанзе и ворон), так и в ситуации общения человека с антропоидами, дельфинами, а также попугаем с помощью языков-посредников. При определенных методиках воспитания и обучения усвоенные обезьянами знаки действительно используются как символы в широком спектре ситуаций — не только для выражения просьбы о предмете,

но для его *наименования,* для воздействия на других обезьян и человека, для передачи только им известной информации в *отсутствие обозначаемого предмета,* для составления синтаксически правильных предложений.

Открытие этого уровня когнитивных способностей животных подтверждает гипотезу Л. А. Орбели о наличии переходного этапа между первой и второй сигнальными системами и позволяет уточнить грань между психикой человека и животных. Оно свидетельствует, что и эта высшая когнитивная функция человека имеет биологические предпосылки. Тем не менее даже у наиболее высоко организованных животных — шимпанзе — уровень овладения простейшим вариантом языка человека не превышает способностей 2—2,5-летнего ребенка.

1. Какой уровень довербального мышления животных лежит в основе усвоения символов?

2. У каких животных и в какой форме выявлена способность к усвоению и употреблению символов для маркировки множеств?

3. Что такое языки-посредники, чем они отличаются друг от друга?

4. Какие свойства языка человека доступны животным при овладении языками-посредниками и в чем это проявляется?

5. В каких случаях доказано, что знаки языка-посредника действительно имеют свойства символов?

6. Какие эксперименты доказывают, что шимпанзе понимают значение порядка слов в предложении?

Глава 7. ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СОЗНАНИЯ У ЖИВОТНЫХ.

Сознание человека— наиболее сложная функция его психики. Основные свойства сознания, зачатки которых были исследованы у животных. Наблюдения и экспериментальные доказательства того, что человекообразные обезьяны обладают способностью опознавать себя в зеркале, обнаруживают понимание и прогнозирование действий других особей, а также способны использовать такие знания в своих целях, т.е. манипулировать поведением сородичей.

7.1. Основные характеристики сознания.

В этой главе мы обратимся к рассмотрению проблемы, изучение которой считают одной из основных задач зоопсихологии (Фабри, 1976) — предпосылкам и предыстории человеческого сознания.

Сознание — это наиболее сложная форма человеческой психики, высшая ступень психического отражения, связанная со «способностью идеального воспроизведения действительности в мышлении» (Большой энциклопедический словарь, 1996).

Сознание представляет собой «специфическое состояние мозга, позволяющее осуществлять совокупность важнейших когнитивных процессов — ощущение и восприятие, память, воображение и мышление» (Соколов, 1997).

Сознание связано с «субъективными переживаниями своих мыслей, чувств, впечатлений и возможностью передать их другому с помощью речи, действий или

продуктов творчества» (Данилова, 1999).

А. Н. Леонтьев (1972), последовательно анализируя развитие психики в эволюционном ряду, отмечает, что «переход к сознанию представляет собой начало нового, высшего этапа развития психики». Сознательное отражение, в отличие от психического отражения, свойственного животным, — это *отражение предметной действительности.* Это отражение, которое выделяет ее объективные устойчивые свойства. Леонтьев отмечает, что в сознании человека образ действительности не сливается с переживанием субъекта.

Мнения психологов и философов о непосредственных причинах возникновения сознания человека очень разнообразны. Они не являются предметом нашего анализа. Отметим только, что привычное отечественному читателю выражение «труд создал человека», как и целый ряд других, подвергается в настоящее время пересмотру не в последнюю очередь благодаря исследованиям зачатков мышления и сознания у животных.

Долгое время вопрос о наличии у животных сознания был объектом чисто абстрактных рассуждений философов. В конечном итоге все они сводились к тому, что у животных сознания быть не может, «потому что (по А. П. Чехову) не может быть никогда». Действительно, проблема сознания у животных предрасполагает к спекуляциям в связи с трудностью экспериментального изучения этого феномена. Тем не менее в настоящее время в этой области науки имеются реальные достижения. Прежде чем описывать их, перечислим некоторые характеристики *сознания человека,* зачатки которых в той или иной степени были *исследованы у животных.*

1) Сознание — *совокупность знаний* об окружающем мире, в которую включены также знания о социальном окружении субъекта; как следует из самого слова («сознание») — это совместные знания, постоянно обогащаемые новой информацией. Это обогащение оказывается возможным благодаря более или менее высокоразвитой способности к восприятию, а также благодаря мышлению, которое обеспечивает обобщенное и опосредованное отражение действительности. Развитие и проявления «социального» аспекта сознания возможны именно благодаря высокоразвитому мышлению и возможности передавать информацию с помощью символов, т.е. в словесной форме. Вопрос о происхождении сознания человека или о его биологических предпосылках, непосредственно связан с проблемой мышления животных. В предыдущих главах мы уже показали, что в мышлении высокоорганизованных животных можно найти черты сходства с наиболее сложными формами мышления человека, включая способность к образованию отвлеченных довербальных понятий и овладение элементами символизации в разных ситуациях.

2)Сознание определяет *целенаправленность поведения,* его волевую, произвольную регуляцию. Это — формирование человеком целей деятельности, когда анализируются ее мотивы, принимаются *волевые решения,* учитываетсяход выполнения действий и вносятся необходимые коррективы. В главе 4 мы показали, что по крайней мере человекообразные обезьяны способны к преднамеренным, заранее спланированным действиям, к постановке промежуточных целей и прогнозированию их результата.

3)Сознание обеспечивает *преднамеренность коммуникации,* причем (как и у человека) эта преднамеренность включает в себя элементы обмана и дезинформации; возможность *преднамеренно передавать информацию* другому субъекту у человека обеспечивается наличием языка, а у животных элементы такого поведения выявлены благодаря обучению языкам-посредникам.

4)Сознание позволяет человеку отделить «Я» от окружающего мира (от «не-Я»), т.е. обеспечивает *самоузнавание.*

5)Сознание обеспечивает способность оценивать знания, намерения, мысленные процессы у других индивидов («эмпатия»).

В следующих разделах рассматривается вопрос о наличии у животных самоузнавания и способности к пониманию намерений и «мыслей» других особей.

7.2. Способность к самоузнаванию у человекообразных обезьян.

Одна из характеристик сознания человека — это присущее ему свойство *отличать субъект от объекта,* т.е. различать то, что относится к его «Я», от того, что к нему не относится. В истории органического мира человек был первым и, как считали до недавнего времени, единственным существом, которое может выделять себя из окружающей среды, противопоставлять себя себе подобным и сохранять представление об этом в своем сознании. Только человек способен к *самопознанию,* т.е. к обращению психической деятельности на исследование самого себя. Ребенок постепенно постигает разницу между «Я» и «не-Я», и первым шагом в этом направлении можно считать появление способности *узнавать себя* на фотографии или в зеркале. Такая способность окончательно формируется к 4-летнему возрасту.

Есть ли у животных понятие о собственном «Я»? Это один из самых трудных вопросов, которые пытаются разрешить с помощью объективных экспериментальных методов. Формирование такого понятия требует, чтобы у субъекта (в данном случае — у животного) был *комплекс образных представлений,* который позволял бы ему смотреть на себя как бы «со стороны», поставив себя в положение другой особи, т.е. рассматривать себя как один из объектов внешнего мира. Один из подходов к объективному анализу этого вида деятельности — исследование реакции животных на отражения в зеркале, как на свое собственное, так и других животных, а также объектов окружающего мира.

Человек, увидев в зеркале несколько лиц, не колеблясь, понимает, что он — это он (поправляет прическу или сбившийся галстук). Рядом с ним отражается в зеркале другой человек — его спутница (он видит, как она, например, пудрит нос). Ряд авторов ставил задачу выяснить, могут ли животные сходным образом узнавать себя в зеркале и «принимать к сведению» эту информацию.

Первые данные о том, как шимпанзе относятся к своему отражению в зеркале, были получены в наблюдениях Н. Н. Ладыгиной-Котс (1935).

Увидев первый раз свое отражение, ее воспитанник Иони открыл от удивления рот и стал разглядывать его, как бы спрашивая: «Что там за рожа?» (рис. 7.1 А). Его поведение при этом ничем не отличалось от поведения ребенка, также оказавшегося перед зеркалом впервые (рис. 7.1 Б). Постепенно Иони (как и ребенок) освоился со своим отражением, закрыл рот и продолжал пристально себя рассматривать.

Не ограничиваясь этим, он протянул руку, а когда наткнулся на зеркало, то схватил его за край, приблизил к себе и продолжал смотреть (рис. 7.1В).



Рис. 7.1. Реакция на зеркало у детеныша шимпанзе и ребенка (из работы Н. Н. Ладыгиной-Котс).

Когда Надежда Николаевна передвинула зеркало, он пытался вырвать его из рук (рис. 7.1 Г), грызть край, старался заглянуть за него, заводил туда руку, нащупывая и пытаясь захватить того, кто там находится. Наткнувшись за зеркалом на руку человека, он попытался подтянуть ее к себе, а встретив сопротивление, впал в агрессию и стал колотить по стеклу сложенными пальцами. Впоследствии, когда зеркало попадалось Иони на глаза, он часто колотил по нему кулаками, впадал в гнев, а когда зеркало убирали, грозил ему вслед (рис.7.1Д). Такая реакция так и не изменилась до самой гибели животного (его возраст не превышал к тому времени 4 лет).

Приблизительно так же реагировали на свое отражение и другие молодые обезьяны, например шимпанзе Гуа, которую американские психологи супруги Келлоги в течение почти года воспитывали вместе с ее ровесником — их собственным сыном Дональдом. Оба годовалых малыша совершенно не понимали, что существа перед ними — это они сами. Это и неудивительно, так как, по данным более поздних работ, у ребенка способность узнавать себя в зеркале формируется далеко не сразу, проходя целый ряд стадий. У человекообразных обезьян она возникает только в возрасте в 2—2,5 года, а полностью проявляется к 4,5 — 5 годам (Povinelli et al., 1994).

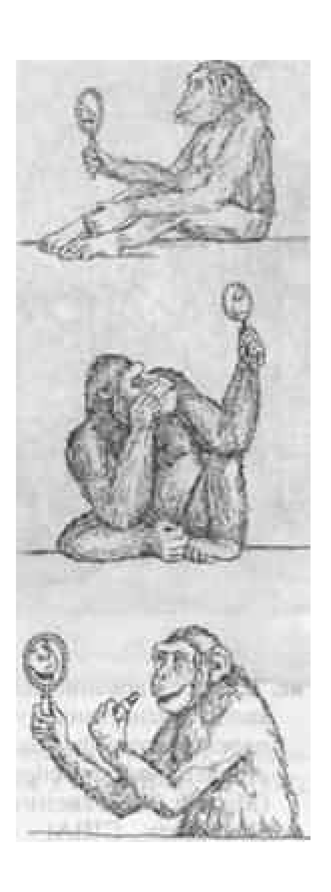


Рис. 7.2. Подражание действиям человека (см. текст, рисунок Т. Никитиной).

Способность узнавать себя в зеркале появляется у шимпанзе в том же возрасте, что и целенаправленное употребление орудий, например, в описанном нами опыте с «ловушкой» (см. 4.5.1.3; Bard et al., 1995).

В возрасте 4,5—5 лет многие шимпанзе, гориллы и орангутаны явно могут узнавать себя в зеркале, осознавать свое отличие от окружающих и пользоваться зеркалом во многом так, как это делают люди. Одновременно у них развивается и способность подражать ранее им незнакомым произвольным действиям. Например, шимпанзе Вики, воспитанная американскими психологами супругами Хейс, уже в двухлетнем возрасте, стоя перед зеркалом, мазала помадой губы (рис. 7.2), повторяя все движения, которые обычно делала ее хозяйка. Впоследствии она копировала более 55 поз и гримас, показанных ей на фотографиях, причем некоторые из них она никогда ранее не видела.

В начале XX века (почти одновременно с Н. Н. Ладыгиной-Котс) английский ученый Уильям Фернесс приручил орангутана. Он подробно изучал его психику и пытался научить говорить. В течение 6 месяцев Фернесс ежедневно дрессировал своего питомца, заставляя выговаривать слово «папа» (в то время еще не было известно, что голосовой аппарат обезьян совершенно не приспособлен для столь тонкой артикуляции). Один из приемов обучения состоял в том, что он становился перед зеркалом вместе с орангутаном и многократно повторял это слово. «Подопечный» смотрел в зеркало, следил за губами «учителя» и сравнивал их с движениями собственных губ, т.е. пользовапся зеркалом вполне по назначению.



Рис. 7.3. Исследование реакции на зеркало у орангутана в условиях зоопарка. Фотография любезно предоставлена профессором Э. Тобак (Музей Естественной истории, Нью-Йорк, США).

«Говорящие» обезьяны (см. гл. 6), впервые увидев себя в зеркале, радостно сигнализировали, что узнали себя. Шимпанзе Уошо (как до этого и Вики) хорошо узнавала себя на фотографиях, а других шимпанзе на фото именовала «черными тварями».

«Говорящая» обезьяна Люси очень любила наблюдать, как ее воспитатель делал вид, что проглатывает очки. Этот несложный фокус приводил Люси в восторг, она следила за человеком с неослабевающим интересом и, похоже, с полным пониманием. Насмотревшись на фокус, обезьяна схватила очки и перемахнула в другой угол комнаты. По дороге она прихватила небольшое зеркало и, зажав его в ногах, несколько раз повторила трюк с очками, пронося их мимо рта со стороны лица, невидимой в зеркале — в точности так, как это делал ее воспитатель. Следует отметить, что для Люси зеркало было привычным и понятным инструментом, которым она адекватно воспользовалась даже в такой необычной ситуации.

Описанные выше опыты и наблюдения проводились на обезьянах, живших в неволе или с очень раннего возраста, или с рождения. На фотографии (рис. 7.3) показана обстановка такого эксперимента. Еще более интересным было наблюдение за реакцией на собственное отражение человекообразных обезьян, живущих на воле.

По наблюдениям Д. Фосси (1990), девятилетний самец гориллы (Дид-жит), стащив зеркальце, сначала стал обнюхивать его, не прикасаясь пальцами. Когда он увидел свое отражение, губы вытянулись в трубочку, а из груди вырвался глубокий вздох. Некоторое время Диджит с неподдельным удовольствием разглядывал его, а потом протянул руку и стал искать за зеркалом «обезьяну». Ничего не обнаружив, он молча смотрел в него еще минут пять, а потом вздохнул и отодвинулся. Фосси была удивлена, с каким спокойствием Диджит отнесся к зеркалу и с каким неподдельным удовольствием в него смотрелся. Узнал ли он себя, так и осталось для наблюдателя неясным, но поскольку никаких посторонних запахов при этом не было, то, вероятно, понял, что другой гориллы тут нет.

По наблюдениям другого знатока поведения обезьян в природе — Дж. Гудолл

(1992), многие дикие шимпанзе, в отличие от этой гориллы, при виде своего отражения в зеркале проявляют агрессию. Следует учесть, что возможность видеть свое отражение у живущих на воле обезьян крайне ограниченна. Известно, что шимпанзе не любят воды, а единственный способ видеть свое отражение в природных условиях — наклониться над водной поверхностью. Приведенная на рис. 7.4 фотография подростка шимпанзе, который играет на мелководье, зафиксировала довольно редкий эпизод.



Рис. 7.4. Подросток шимпанзе, выпущенный в природные условия в Псковской области, рассматривает свое отражение в воде (Фирсов, 1977).

Более убедительный ответ на вопрос, как относятся животные к своему отражению в зеркале, был получен в специально проведенных опытах.

В экспериментах **Гордона Гэллопа** (Gallop, 1970, 1994) нескольким шимпанзе под легким наркозом наносили небольшие пятнышки краски на одну из бровей и на противоположное ухо. Очнувшись после этой несложной процедуры, они прикасались к окрашенным участкам тела не чаще, чем к остальным, т. е. не ощущали физических последствий этой манипуляции. Однако, увидев себя в зеркале, шимпанзе начинали активно ощупывать окрашенные места. Следовательно, они понимали, что видят в зеркале себя, помнили как выглядели раньше, и осознавали, что в их облике произошли изменения.

Выводы Гэллопа нашли подтверждения в нескольких десятках работ, которые подробно освещены в книге М. Томазелло и Дж. Колла (Tomasello, Call, 1998). В них были получены многочисленные подтверждения того, что шимпанзе и другие антропоиды использовали зеркало по назначению: с его помощью чистили те части своего тела, которые другим путем увидеть невозможно. Наряду с этим были получены столь же убедительные свидетельства того, что низшие узконосые

обезьяны такими способностями не обладают, т.е. не могут узнавать себя в зеркале.

Эксперименты объективно свидетельствуют, что антропоиды могут рассматривать себя как некий самостоятельный объект, т.е. у них имеются элементы самоузнавания и они могут абстрагировать понятие собственного «Я».

7.3. Самоузнавание и использование другой информации, полученной с помощью зеркала, у животных других видов.

Вполне очевидно, что для анализа предыстории человеческого сознания наиболее интересны наблюдения и результаты исследований, проведенных с человекообразными обезьянами. В то же время представлялось необходимым выяснить, есть ли элементы самоузнавания у животных других видов, прежде всего у тех, кто имеет сложный высокодифференцированный мозг.

Об этом известно гораздо меньше, однако, по-видимому, большинство из изученных видов (рыбы, морские львы, собаки, кошки, слоны и попугаи) оказались не способными узнавать себя в зеркале (Povinelly et al., 1993). Эти животные, как правило, реагируют на свое отражение как на другое животное. Характер их реакции зависит от ситуации и настроения. В одних случаях они нападают на отражение, принимая его за соперника. Так ведут себя многие виды рыб, которые сражаются с воображаемым конкурентом. Другие животные, наоборот, начинают «ухаживать» за отражением. Именно так поступают волнистые попугайчики, которым обычно помещают в клетку зеркальце: они воспринимают отражение как сородича, за которым можно ухаживать. Выпущенная полетать, такая птица проводит массу времени около зеркала и исправно «кормит» свое отражение.

Попугаи-жако характеризуются более высоким уровнем структурно-функциональной организации мозга, чем волнистые, а также развитой способностью к обобщению и адекватному использованию символов (см. гл. 6). И. Пепперберг и ее коллеги подробно исследовали обращение с зеркалом у двух молодых (7,5 и 11 месяцев) жако (Pepperberg et al., 1995).

Птицы были выращены в неволе и свое зеркальное отражение могли видеть, лишь когда в раковине в лаборатории собиралась вода. Как и многие другие животные, они реагировали на свое отражение в зеркале как на другую особь и в ее поисках, например, заглядывали за зеркало. Зачастую они взъерошивали и чистили перья: такое поведение часто провоцируется простым присутствием другой особи. Неоднократно было замечено, как одна из птиц (самка Ало) располагалась перед зеркалом таким образом, чтобы одновременно видеть и свою ногу, и ее отражение. Вторая птица, самец Кьяро, обращался к зеркалу со словами *«you come», «you climb»,* видимо, адресованными «другому попугаю».

И. Пепперберг считает, что неоспоримых свидетельств наличия у жако самоузнавания эти эксперименты не дают, хотя отдельные наблюдения позволяют предположить существование у них такой способности. Более определенный ответ на этот принципиально важный вопрос, по-видимому, могли бы дать опыты на взрослых попугаях, но это пока дело будущего.

В этих экспериментах было четко показано, что попугаи-жако способны использовать информацию, полученную с помощью зеркала, для поиска приманки.

Такую приманку (обычно привлекательную игрушку, реже пищу) прятали в картонную коробку, открытую с одной стороны так, что она была видна только в зеркале. Оказалось, что увидев отражение в зеркале, обе птицы успешно

обнаруживали и вытаскивали спрятанные предметы.

У птиц других отрядов способность к самоузнаванию практически не исследовали (это вопрос будущего), однако отдельные наблюдения позволяют ждать интересных результатов.

Например, Е. П. Виноградова (Санкт-Петербург) рассказывает, что выкормленный ею слеток серой вороны считал зеркало своим лучшим развлечением и активно его требовал. Однажды хозяйка прикрепила ему на голову несколько кусочков бумаги, пытаясь воспроизвести упомянутые выше опыты на шимпанзе. Птица не реагировала на эти помехи до тех пор, пока не увидела себя в зеркале, а после этого немедленно от них избавилась, окунув голову в тазик с водой.

Н. Н. Мешкова и Е. Ю. Федорович (1996) описывают случай, когда ворона долго крутилась около автомобиля и разглядывала свое отражение в зеркально блестящем диске колеса.

Разумеется, все это лишь редкие и случайные наблюдения, которые не позволяют делать никаких выводов, однако побуждают к проведению на врановых специальных экспериментов.

По-разному относятся к своему отражению в зеркале собаки. Большинство из них равнодушно проходит мимо, никак не реагируя на собственное отражение, возможно, потому, что видят его постоянно. Некоторые сначала облаивают «чужую собаку», но это быстро проходит, вероятно, потому что такой «враг» ничем не пахнет. Однако не исключено, что отдельные особи все же способны к самоузнаванию, хотя вопрос этот требует специальных исследований.

Известен случай, который дает основания предполагать, что по крайней мере некоторые собаки понимают, что видят в зеркале самих себя, и могут с его помощью оценивать собственную внешность. Бладхаунду, 4-летней Харли, зимой впервые надели свитер. В ответ она подошла к зеркалу и уставилась на свое отражение. Следует отметить, что одно из облюбованных Харли кресел находилось как раз напротив этого зеркала и волей-неволей она подолгу могла смотреть на себя. Возможно, благодаря этому она знала, как выглядит обычно, и сообразила, как можно узнать, что же с ней произошло. А другой бладхаунд — Мэтти — обязательно заглядывала в зеркало, когда перед выставкой ей надевали на шею ее многочисленные награды. Однако в этом случае мы не знаем, сама ли она «додумалась» до этого, или хозяева когда-то спровоцировали это поведение.

Д. Повинелли исследовал способность узнавать себя в зеркале многих видов животных, в том числе у двух *индийских слонов.* Выбор столь экзотического объекта был не случаен, поскольку существует масса свидетельств сообразительности этих животных, хотя экспериментальных доказательств до сих пор практически не получено. В течение двух недель наблюдений автор не заметил никаких признаков того, что слоны узнают в зеркале себя. Им также наносили на тело метки, которые они могли видеть только в зеркале, но никаких действий, направленных на то, чтобы избавиться от них, отмечено не было. Кроме того, глядя на свое отражение, слоны в течение десяти дней продолжали искать «слона» за зеркалом. У шимпанзе такие реакции длятся не более 2—3 дней. В то же время слоны, как и ряд других животных, были способны к более простой операции: доставали корм, видимый только благодаря зеркалу (Povinelli et al., 1989).

Имеются данные, что свое отражение в зеркале узнают *дельфины афалины* — другие высокоорганизованные млекопитающие, представители отряда китообразных (Marino et al., 1996). Возможно, что детальные исследования позволят обнаружить более четкие свидетельства способности к самоузнаванию у попугаев, врановых

птиц или представителей еще не изученных отрядов высокоорганизованных млекопитающих.

Американские ученые (Menzel et al., 1985) предложили еще один интересный подход к изучению способности животных использовать информацию, полученную с помощью зеркала или другим опосредованным путем. Ранее было показано, что шимпанзе Шерман и Остин (см. гл. 6) хорошо умели пользоваться зеркалом, а увидев на телеэкране свое изображение, узнавали себя и бурно выражали свою радость. В нескольких вариантах опытов они продемонстрировали способность пользоваться информацией, полученной таким опосредованным путем. Например, глядя на монитор, они могли протянуть руку за ширму и взять кусочек лакомства, который они могли увидеть только на экране. Можно утверждать, что их действия направлялись мысленным представлением о том, что отражение в зеркале — это образ реального объекта. Оказалось, что шимпанзе успешно решали этот тест и тогда, когда изображение поворачивали относительно горизонтальной оси, а также после годичного перерыва.

Реакция многих исследованных видов животных на отражение в зеркале свидетельствует о том, что они воспринимают его как образ реально существующего объекта и могут использовать информацию, например, для отыскания спрятанных предметов или пищи.

Способность узнавать в зеркале собственное отражение достоверно доказана только у человекообразных обезьян.

7.4. Способность животных к оценке знаний и намерений других особей (*«theory of mind»).*

Для решения вопроса о наличии у животных элементов самосознания необходимо выяснить, могут ли они оценивать, какими знаниями обладают другие особи, и понимать, каковы могут быть их ближайшие намерения. Поскольку достаточно наглядно продемонстрировано, что антропоиды способны узнавать себя в зеркале, можно предположить, что они обладают не только понятием собственного «Я», но могут также видеть себя как бы со стороны. Это позволяет поставить вопрос о наличии у них другой связанной с сознанием функции — способности оценивать поведение партнеров не только по их внешнему поведению, но в какой-то мере *проникать в их намерения, строить гипотезы о мысленных состояниях других особей.*

О том, что обезьяны, присутствуя при решении задач сородичем или человеком, следят за действиями и могут мысленно «ставить» себя на их место, писал еще в 20-х годах В. Келер. Ему удалось увидеть, что шимпанзе не только наблюдают за действиями другой обезьяны, пытающейся громоздить ящики или соединять палки, чтобы достать банан (см. 4.5.2), но и сами, находясь в стороне, пытаются имитировать нужные действия. При этом они не повторяют движений другой обезьяны, не подражают ей, а самостоятельно «изображают» весь процесс, подсказывая и предвосхищая соответствующие операции.

Одним из первых способность животных «поставить себя на место сородича» экспериментально исследовал американский ученый Д. При-мэк (Premack, Woodruff, 1978). В его опытах участвовали двое: «актер» (один из дрессировщиков) и уже известная самка шимпанзе Сара. Обезьяне показывали небольшие видеосюжеты, в которых знакомые ей люди пытались решать задачи, требовавшие элементарной сообразительности. Одному, например, нужно было выбраться из запертой на ключ

комнаты или согреться, когда электрокамин стоял рядом, но не был включен в сеть. «Актер» не совершал необходимого действия, а только показывал, что нуждается в его выполнении. По окончании каждого сеанса обезьяне давали на выбор 2 фотографии, причем только на одной из них было показано решение задачи: например, изображен ключ или включенный в сеть обогреватель. Как правило, Сара выбирала нужную фотографию, т.е., наблюдая за действиями человека, она имела четкое представление, что ему нужно делать в данной ситуации, чтобы достичь цели.

Затем задачу усложнили и наряду с фотографиями правильных решений ей предлагали неправильные — сломанные ключи, камин с оборванными проводами и т.п. Из нескольких вариантов решения Сара, как правило, выбирала правильный. Более того, на выбор обезьяны влияло *ее личное отношение* к действующему на видеозаписи субъекту. Например, в одном сюжете ей показывали, что ящик с камнями мешает человеку дотянуться до бананов. Если «актером» был любимый ею тренер, Сара выбирала «хорошие» фотографии (где камни вынуты и ящик отодвинут), для нелюбимого она выбирала «плохие» варианты, например, где человек лежит на полу, засыпанный камнями.

Шимпанзе обладают не только способностью к самоузнаванию (о чем уже свидетельствовали приведенные выше опыты с зеркалом), но и более сложной когнитивной функцией, позволяющей поставить себя на место *другого индивидуума, понять его потребности или учитывать намерения.* Иными словами, у животного имеется *представление о существовании мысленных процессов у других особей.* Примэк назвал эту форму когнитивных способностей *«theory of mind».*

Этот термин прочно вошел в западную литературу. Его точный перевод — «теория ума» — не отражает сущности явления, и в русской литературе о поведении и психике животных термин пока не имеет точного эквивалента.

Его можно сопоставить с введенным О. К. Тихомировым (1984) термином «Я-мышление». При анализе самосознания человека психологи обычно разделяют образный и понятийный компоненты — «образ Я» и «понятие Я», т.е. образное представление и отвлеченное понятие собственного «Я». Термин, введенный Тихомировым, подразумевает процесс *выработки* человеком знаний о самом себе, процесс осознавания, при котором человек как личность, индивид, индивидуальность является не только субъектом, но и «объектом мышления».

Экспериментальное исследование этой когнитивной функции в 90-е годы XX века предпринял Д. Повинелли. Он получил ряд новых доказательств того, что животные, узнающие себя в зеркале, способны и к некоторым формам осознания мысленных состояний, намерений и знаний других особей. Особенно убедительным представляется следующий эксперимент.

Шимпанзе обучен находить кусочек лакомства, спрятанный под одним из 4 непрозрачных стаканов (см. рис. 7.5). Перед опытом один из экспериментаторов демонстративно уходит из комнаты (А), а другой прячет (незаметно для обезьяны) приманку под одним из стаканов (Б), но под каким именно она не видит, так как они отгорожены ширмой. Ушедший возвращается, и теперь оба человека пытаются подсказать ей, где лакомство, однако при этом указывают на разные стаканы (В). Поскольку обезьяна видела, что один из людей отсутствовал, и *не мог знать,* где находится пища, она, как правило, следовала указаниям того экспериментатора, у которого, по ее мнению, *были знания* о предмете. Модификацией такого опыта была ситуация, когда первый экспериментатор не уходил, а надевал на голову ведро, препятствовавшее обзору (Г). Его «указания» обезьяна игнорировала и на этот раз.

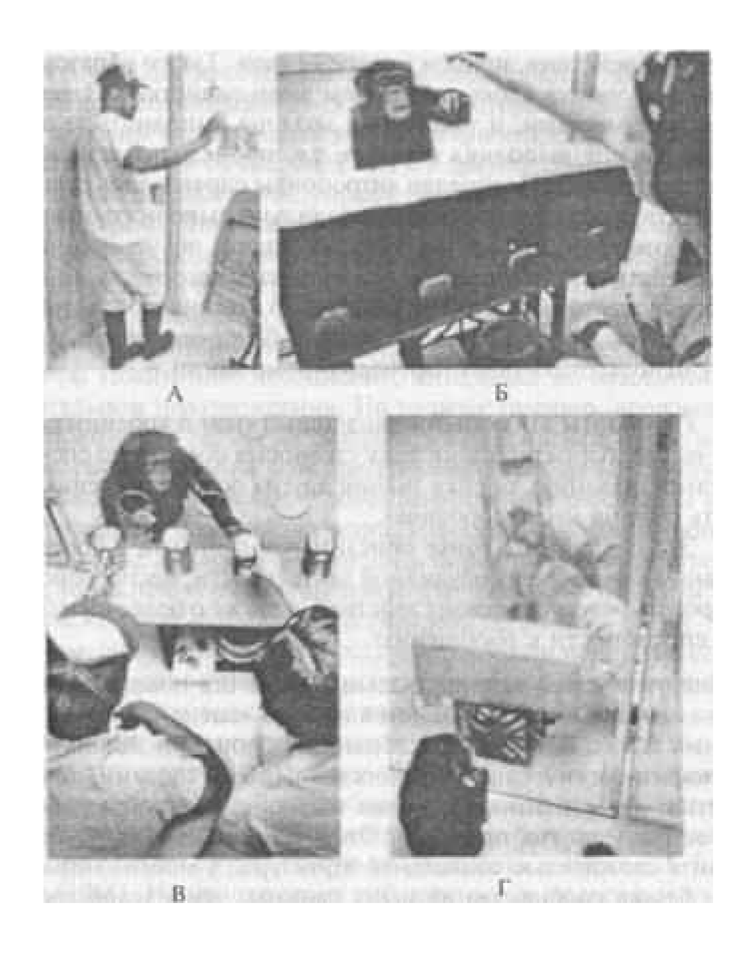


Рис. 7.5. Существует ли у шимпанзе связь между тем, что они видят, и тем, что известно (или неизвестно) другим? Пояснения в тексте. Фотография любезно предоставлена доктором Д. Повинелли (Йельс-кий университет, Коннектикут, США).

Шимпанзе способны мысленно оценить ту информацию, которой обладает (или не обладает) партнер.

Способность человекообразных обезьян *«поставить себя на место другого»* сравнивали с возможностями приматов других видов, в частности макаков-резусов, не узнающих себя в зеркале. Обладают ли этим свойством макаки-резусы, показывает тест на «перемену ролей» (Povinelli et al., 1991; 1992). Опыт заключается в следующем. Экспериментальная установка напоминает детскую настольную игру в хоккей, где пара игроков передвигает фигурки и манипулирует мячом с помощью нескольких специальных стержней. Достичь результата (получить приманку) два животных могут, лишь вместе выполняя определенные действия, причем каждое — свои. Таким образом, каждая обезьяна выучивает свою роль в этом взаимодействии. Затем животных меняют местами, и теперь они должны выполнять те действия, которые раньше выполнял партнер, т.е. происходит «смена ролей». В экспериментах Д. Повинелли антропоиды справлялись с ней успешно и практически сразу начинали правильно выполнять новые функции. Это означает, что на предыдущих стадиях обучения они наблюдали за действиями партнера и, оказавшись на его месте, быстро воспользовались приобретенным опытом. В отличие от антропоидов, макаки-резусы в новой ситуации должны были «выучивать роль» сызнова — использовать опыт партнера они не могли.

Результаты этих опытов свидетельствуют о коренных различиях человекообразных и низших узконосых обезьян по способности к самоузнаванию, оценке знаний других особей и умению «поставить себя на место сородича».

Это совпадает с ранее описанными данными о более примитивном характере их орудийной деятельности, неспособности планировать результаты своих действий, а также о более низком уровне их способности к обобщению.

Обнаружив столь принципиальные различия поведения человекообразных и мартышковых обезьян в тесте со «сменой ролей» и в других подобных тестах, Д. Повинелли обратился к поиску лежащих в их основе психофизиологических особенностей. Иными словами, почему способность к самоузнаванию присуща только человекообразным обезьянам и ее нет у других приматов? Эти различия нельзя, по-видимому, объяснить сложностью социальной структуры: у многих низших узконосых обезьян сообщества не менее сложны, чем у человекообразных обезьян. Невозможно объяснить такие различия и на основе видовых экологических особенностей, например, способов отыскания пищи определенного типа, поэтому Д. Повинелли (Povinelli, Cant, 1995) приходит к выводу, что причину различий надо искать в другом.

Согласно гипотезе Повинелли, появлению самоузнавания способствует *усиление произвольного контроля локомоции у человекообразных обезьян,* которое, в свою очередь, обусловлено большой массой их тела. Когда эти животные перемещаются по тропическому лесу, им необходимо более часто и более тщательно, чем мелким обезьянам, оценивать предстоящий маршрут. Они должны уметь определять, может или нет выдержать их вес та или иная опора. Очевидно, что у мартышковых обезьян таких проблем не возникает. Возможно, что именно необходимость соотносить свои размеры тела (длину и вес) с возможностью перемещения по недостаточно прочным опорам и была тем фактором, который повлиял на формирование у антропоидов способности «посмотреть на себя со стороны», т.е. представлений о «схеме своего тела» и, в конечном случае, способности самоузнавания.

В свою очередь у макаков локомоция определяется достаточно ригидными и стереотипными движениями, которые близки по своим физиологическим механизмам к видоспецифическим фиксированным комплексам действий (ФКД; см. 2.11.2). У шимпанзе движения значительно сложнее и пластичнее, управление ими базируется на «произвольном» контроле. Появление у человекообразных обезьян произвольного контроля сложных движений и представлений о «схеме тела», высокое развитие сенсомоторной функции обеспечили прогрессивное развитие их психики — способностей к самоузнаванию и к пониманию наличия знаний и намерений у других особей.

Гипотеза Повинелли, несомненно, интересна, но нуждается в более убедительном подтверждении. По нашему мнению, произвольный контроль локомоции нельзя рассматривать в изоляции от других показателей усовершенствования всех двигательных, сенсорных и когнитивных способностей антропоидов, обусловленных прогрессивным усложнением строения и функций их мозга. Известно, что для антропоидов характерны также усиление тенденции к бипедии, совершенствование праксиса, усложнение структуры манипуляционной активности и т.д., которые также могут играть здесь определенную роль.

Закономерно возникает вопрос: существуют ли подобные способности у других млекопитающих, могут ли они подобно антропоидам, учитывать не только внешние проявления поведения других особей, но и их скрытые намерения? Данных, которые позволяли бы точно ответить на этот вопрос, до сих пор практически нет. Не исключено, что какие-то формы такой способности (пусть и совсем элементарные)

могут существовать и у более примитивных животных, чем антропоиды. Во всяком случае, такую возможность допускал Л. В. Кру-шинский (1968). На основе своих наблюдений за медведями в новгородских лесах он пришел к выводу, что при встрече с человеком эти звери строят стратегию отступления, как бы учитывая возможные ответные шаги человека.

Когда медведь встретился с Леонидом Викторовичем почти на гребне лесного бугра, он убежал не назад за этот бугор (откуда он не смог бы видеть действий человека), а стал отступать таким образом, чтобы иметь возможность видеть маневры «противника», т.е. держать его в поле зрения максимально долгое время. Медведь прибегнул к этой тактике несмотря на то, что траектория, по которой он уходил от человека, не была кратчайшей. Анализируя этот случай, Л. В. Крушинский писал: «Действуя таким образом, медведь, по-видимому, должен был *наделить меня такими понятиями, которые имеются у него* и которыми он оперирует в повседневной жизни» (курсив наш. — *Авт).*

Это и другие наблюдения привели Крушинского к мысли, что столь высокоорганизованные хищные млекопитающие, как медведи, способны реагировать не только на непосредственные действия других животных и человека, но и оценивать их намерения, предполагая с их стороны возможные «контрдействия», которые в подобных ситуациях совершают сами медведи.

Разумеется, такие наблюдения отрывочны и могут показаться не очень убедительными. В то же время следует отметить, что Л. В. Кру-шинский обратил внимание на такие явления, описал их и, что самое главное, *дал им вышеупомянутую трактовку еще в конце 60-х годов,* до начала ставших впоследствии знаменитыми опытов с «говорящими обезьянами», до появления работы Примэка по *«theory of mind»,* в период, когда только начинались исследования Дж. Гудолл.

Способность узнавать свое отражение в зеркале, а также оценивать мысленные состояния и намерения других особей и «ставить» себя на их место формируется на «дочеловеческом» этапе эволюции. Эти способности обнаружены только у человекообразных обезьян, тогда как другие приматы ни одной из них не обладают. Узнавать себя шимпанзе начинают в том же возрасте (около 4 лет), когда у них созревают другие высшие когнитивные функции — целенаправленное применение орудий, формирование довербальных понятий и др. Вопрос о возможности самоузнавания высшими позвоночными других таксонов требует специального изучения.

7.5. «Социальные знания» и жизнь в сообществе.

Умение оценивать знания и понимать намерения других особей отражает сложность организации психики человекообразных обезьян. Эту способность американские исследователи, следуя психологической терминологии, называют эмпатией. Она обнаруживается не только в экспериментах (см. выше), но и в естественных условиях, когда животному необходимо корректировать свое поведение не только в зависимости от действий партнеров, но и учитывая их намерения и необязательно явные тенденции в поведении.

Как известно, структура сообществ приматов, особенно человекообразных, весьма сложна и поддерживается благодаря разнообразным индивидуализированным контактам, как агрессивным, так и дружеским. Особенности «общественного устройства» у приматов разных видов представляют собой отдельную и очень обширную область этологии (см.: Гудолл, 1992; Резникова,

1998). Показано, что чем выше уровень развития когнитивных способностей вида, тем сложнее уровень организации сообществ. Л. В. Крушинский, оценивая роль рассудочной деятельности в эволюции общественных отношений у животных, пришел к выводу, что между ними, возможно, существовали «взаимостимулирующие отношения», которые привели к прогрессивно нарастающему ускорению развития обоих компонентов такой системы (по принципу положительной обратной связи). Уровень когнитивных способностей как фактор, влияющий на особенности жизни в группе, особенно очевиден при анализе социальных взаимодействий у антропоидов.

Приобретение «социальных знаний». Прямые наблюдения в природе свидетельствуют о важном значении для общественных отношений в группах шимпанзе и горилл *способности оценивать знания сородичей и понимать их намерения* (Фосси, 1990; Гудолл, 1992; Byrne, 1998; Tomasello, Call, 1998).

Описаны проявления способности антропоидов *принимать во внимание скрытые намерения и эмоциональный настрой партнеров,* мысленно представлять себе их возможные действия и на этой основе строить свои отношения в группе.

Такие знания накапливаются у обезьян постепенно, начиная с самого рождения, как за счет непосредственного собственного опыта, так и за счет наблюдений за другими членами группы, за их взаимодействием между собой. В результате у обезьяны наряду с «мысленной картой» местности, где она обитает, постепенно складывается и мысленное представление о том, «кто есть кто» в ее сообществе, т.е. своего рода мысленная «социальная карта». Дж. Гудолл подчеркивает, что для формирования у животного представления о своем социальном статусе и его эффективного использования необходимо постоянно «обновлять» запас знаний, внося коррективы в соответствии с изменениями, происходящими в группе. Наконец, необходимость правильно «поставить себя» в каждой новой социальной ситуации требует от обезьяны *умения активно оперировать* всем этим комплексом знаний.

Обобщая огромный объем наблюдений за социальными взаимодействиями шимпанзе, Дж. Гудолл пишет, что именно в этой сфере приспособительной деятельности от животного требуется хорошее понимание причинно-следственных связей, мобилизация всех самых сложных познавательных способностей для достижения успеха и поддержания своего социального положения. Так, при возрастных изменениях иерархического статуса самцов в ряде случаев борьба за доминирование напоминает «состязание характеров, в котором большое значение имеют... изобретательность и упорство». Гудолл приводит многочисленные примеры такого поведения.

Низкоранговая особь может достичь желаемой цели с помощью хитроумных обходных маневров, даже при явном неодобрении «старшего по рангу». Для этого необходимо уметь *планировать свои действия* и манипулировать поведением сородичей, а эти качества как раз и относятся к сфере разумного поведения.

Шимпанзе оценивают структуру сообщества отнюдь не только по результатам прямых агрессивных взаимодействий. По наблюдениям за контактами сородичей шимпанзе «вычисляет» полную картину отношений и собственное положение в иерархии: «если А гоняет Б, а Б угрожает С, следовательно, С ниже рангом, чем А». Такое поведение некоторые авторы называют «социальные знания» *(«social cognition»,* Premack, 1983). Это дает основание предполагать, что у шимпанзе есть такая форма дедуктивного мышления, как *способность к транзитивному*

заключению.

Соотношение сил в группе шимпанзе постоянно меняется, и каждая особь должна всегда быть настороже, уметь оперативно оценивать особенности сиюминутной ситуации и мгновенно менять в соответствии с ними свое поведение, иначе может последовать суровое возмездие. Гудолл наблюдала, как молодой самец, уже начавший ухаживать за самкой, немедленно останавливался и принимал нейтральную позу, когда появлялся самец более высокого ранга.

Преднамеренное обучение детенышей — одна из важных сторон жизни антропоидов (и других высокоорганизованных животных, в том числе дельфинов). Описано, например, как горилла-мать следила за тем, что ест ее детеныш. Она кормилась, отвернувшись от детеныша, но в тот момент, когда он положил в рот лист несъедобного растения, прекратила есть, силой вынула у него изо рта разжеванную массу и отбросила ее достаточно далеко.

Многие виды обезьян кормятся пальмовыми орехами, предварительно разбивая их камнями. Навык раскалывания орехов молодые обезьяны вырабатывают постепенно. К. Бош (цит. по: Byrne, 1998) наблюдал, как шимпанзе-мать в присутствии детеныша раскалывала орехи нарочито медленно: «показывая», как это делается. При этом она специально следила за направлением взора детеныша и прекращала действия, когда тот отводил взгляд от ее рук. В обычных ситуациях («для себя») взрослые шимпанзе выполняют эти движения с такой скоростью, что за ними трудно уследить.

У человекообразной обезьяны *есть понимание того, что у детеныша отсутствуют определенные, нужные ему знания,* и она предпринимает специальные действия, чтобы эти *знания передать.*

Эти примеры четко отличаются от достаточно известных проявлений инстинктивной заботы о потомстве у многих видов животных.

Мартышковые обезьяны не делают попыток «исправить» неверные действия малыша, так же как все низшие узконосые обезьяны не делают этого и при использовании орудий (см. 4.5.1).

Для того чтобы выяснить, могут ли мартышковые обезьяны понимать разницу между своими собственными представлениями и знаниями и представлениями других особей, Сифард и Чейни (Seyfarth, Cheney, 1980) провели специальные эксперименты.

Опыт состоял в следующем. Некоторым животным группы (это были макаки-резусы и японские макаки) предоставляли определенную информацию, которой другие не обладали. Например, мать имела возможность сообщить своему детенышу о местоположении пищи или о появлении хищника, о чем тот был не осведомлен. У низших обезьян мать никак не пытается воздействовать на поведение детеныша, и, по-видимому, эти животные не принимают в расчет намерения сородичей. Такая картина вполне соответствует поведению низших обезьян в природе. Например, детеныши восточноафриканских верветок, начиная издавать крики тревоги или реагируя на сигналы других, делают много ошибок. Так, детеныш по ошибке может подать сигнал, означающий появление орла, когда видит пролетающего над головой голубя. В других случаях ошибки могут быть очень опасными, если, например, услышав сигнал о появлении змеи, детеныш будет искать врага где-то вверху. В то же время Сифард и Чейни также не обнаружили доказательств того, что взрослые «исправляют» ошибки детенышей или как-то поощряют поведение тех, кто издает сигналы правильно и адекватно на них реагирует. Детеныши верветок учатся только посредством наблюдения и совершения собственных проб и ошибок. Это может

быть связано с неспособностью взрослых особей оценить, что знания детенышей уступают их собственным.

Преднамеренное обучение детенышей, сходное с таковым у человекообразных обезьян, было описано и у дельфинов. Обычно самка дельфина-афалины обучает детенышей издавать «персональный свист» *(signature whistle).* Повзрослевшие молодые самцы, покидающие родную группу, просто копируют материнский сигнал и пользуются им в дальнейшем. Молодые самки остаются с матерью, и им нужно усвоить сигнал, который стал бы их «личным». При биоакустическом исследовании было обнаружено, что одна из самок сменила свой обычный сигнал на сигнал другой частоты сразу же после рождения дочери, а когда дочь его усвоила, стала опять использовать свой прежний сигнал.

Эти данные, по мнению Бирна (Byrne, 1998), могут свидетельствовать о способности дельфинов к оценке мысленных состояний, знаний и намерений других особей *(theory of mind).*

Очевидно, что в основе такого поведения, в особенности умения использовать «социальную» информацию, лежит весьма высокий уровень когнитивной деятельности. Для осуществления подобных действий животные должны уметь постоянно сопоставлять новую и старую информацию, обобщать ее и даже, как предполагает Гудолл, хранить в некой отвлеченной форме.

Отвлеченное представление о структуре сообщества позволяет животному предвидеть поведение сородичей в будущем и планировать, в соответствии с этим, собственные действия.

«Социальное маневрирование и манипулирование». Дж. Гудолл описывает, в частности, такой достаточно типичный пример из жизни группы шимпанзе.

Детеныш высокоранговой самки (рис. 7.6А) обычно довольно рано начинает замечать, что когда его мать рядом, некоторые животные (Б) ведут себя совершенно иначе, чем когда она далеко. Поэтому ему не следует пытаться отобрать у такого сородича пищу, если мать далеко и не сможет его защитить. Позже он обнаруживает, что особенно осторожным ему надо быть в присутствии В — союзника Б, потому что социальный ранг его матери может быть недостаточным для победы над Б+В. Однако если рядом с матерью находится ее взрослый сын или дочь, то вместе они могут устрашить и эту пару. Усвоив постепенно, каковы их отношения с другими обезьянами, он замечает, как они меняются в зависимости от близости его самого и матери. Так мало-помалу детеныш шимпанзе расширяет свои знания о «правилах поведения» в сообществе.

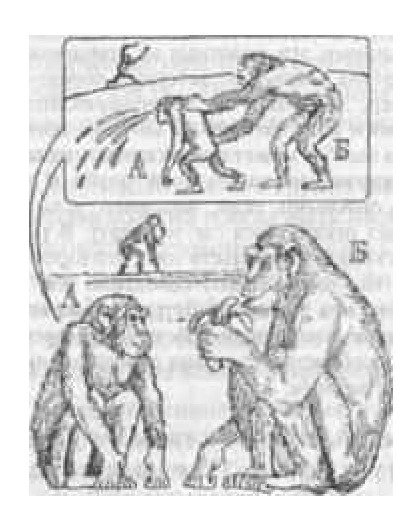


Рис. 7.6. Мать далеко и «приставать» к Б опасно (пояснения см. в тексте, рисунок Т. Никитиной).



Рис. 7.7. Эпизод «социального маневрирования» (пояснения см. в тексте, рисунок Т. Никитиной).

В результате накопления такой информации и непосредственного опыта детеныш в конце концов выучивается «правильно вести себя» в различных ситуациях и предвидеть возможное влияние поведения — его собственного и союзников на других животных. Например, если детеныш видит, что обезьяна В атакует Г, он понимает, что Г может повернуться и напасть на него самого (на рис. 7.7 это изображено как «мысленное представление» у А), т.е. переадресовать агрессию. Если А способен предвидеть такой поворот событий, то он может избежать нападения Г: не попадать под горячую руку. Более того, если А, наблюдая взаимодействия между В и Г, понял, что В старше по рангу, то он сообразит, что В — более выгодный для него союзник против Г, чем Г как союзник против В. Накапливая такой опыт, детеныш шимпанзе приобретает способность ловко лавировать в самых разных ситуациях.

Подобный тип отношений называют *«социальным маневрированием»* и *«социальным манипулированием».*

Достоверно описаны ситуации, когда шимпанзе прибегают к некоторым уловкам, чтобы заставить сородича совершить нужное им действие или уклониться от нежелательного контакта или конфликта. С помощью таких уловок обезьяны достигают успеха в разных ситуациях:

♦ мать может отвлечь капризного детеныша от опасного действия;

♦ зачинщик беспорядков переадресует гнев доминанта на ни в чем не повинного сородича, а сам избегает справедливого наказания;

♦ обезьяна может предупредить конфликт и даже драку, отвлекая внимание соперников с помощью только что придуманной инсценировки;

♦ обезьяна, знающая источник пищи, может увести от него сородичей и затем

воспользоваться им в одиночку и т.п.

Из многих описанных Дж. Гудолл случаев упомянем о поведении молодого самца по кличке Фиган, который регулярно прибегал к самым разнообразным формам обмана сородичей в разных ситуациях. Особенно ярко проявились его способности, когда шимпанзе, приходивших в лагерь, стали регулярно подкармливать бананами с помощью особой кормушки. Чтобы открыть ее, нужно было отвинтить гайку и освободить рукоятку, тогда натяжение проволоки, фиксирующей крышку, ослабевало и кормушка открывалась. Беда была в том, что рукоятка была удалена от кормушки и открывшая ее обезьяна чаще всего не могла воспользоваться добычей, так как ее перехватывали «иждивенцы» — расположившиеся рядом с кормушкой взрослые самцы. (Подобную методику часто применяют для изучения способности животных к совместным действиям при добывании пищи. Фирсов использовал сходную установку, чтобы побудить шимпанзе к использованию орудий (см. 4.5).

Из двух подростков, овладевших навыком открывания кормушки, только Фиган догадался, как обмануть «иждивенцев». Изображая полное безразличие, он потихоньку откручивал гайку, но делал вид, что не обращает на нее никакого внимания. При этом он незаметно придерживал рукой или ногой рукоятку, чтобы крышка не открылась раньше времени. Иногда он просиживат так более получаса, дожидаясь, пока разойдутся разочарованные конкуренты, и только тогда отпускал ручку и бежал за бананами. Впоследствии он изобретал все новые приемы, чтобы отвлечь остальных обезьян от места, где наблюдатели подкармливали их бананами.

Такое поведение ***«преднамеренного обмана»*** принято расценивать как доказательство способности к осознанному совершению действий, которые вводят в заблуждение партнера.

Примеры того, как антропоиды прибегают к хитростям и обманам, столь многочисленны, что их следует считать не случайностью, а необходимым приемом, повседневным условием существования в сообществе. Именно так считают Р. Бирн и А. Уитен (Byrne, Whiten, 1988), изучавшие проявления подобных способностей у шимпанзе.

Для описания такого поведения, т.е. способности обезьяны пользоваться в своих *целях мысленными представлениями* о нюансах *взаимоотношений между другими особями группы,* эти авторы ввели специальный термин — *макиавеллизм («machiavellian intelligence»).*

Макиавеллизмом они называют преднамеренное совершение действий, которые вводят в заблуждение «конкурентов» и ведут к получению «обманщиком» прямой выгоды для себя.

В это понятие входит и умение осуществлять разные формы «социального маневрирования»: скрывать свои намерения от окружающих, поддерживать «дружбу» с союзниками «против кого-либо», стремиться к примирению после конфликтов и т.п.

Р. Бирн, анализируя проявления *«theory of mind»* у шимпанзе и горилл в природе, подчеркивает, что случаи преднамеренного обмана и «социального манипулирования» в их сообществах обнаруживаются не особенно часто. Низшие обезьяны прибегают к обманам в целом чаще, чем антропоиды, однако это поведение, как правило, оказывается результатом быстрого научения по принципу «проб и ошибок» и стереотипного использования выработанных таким путем приемов, а не оперативной оценки намерений партнеров.

Характерно, что подобное «политиканство» постоянно прослеживается в социальном поведении шимпанзе, живущих в неволе хотя и на просторных, но все

же ограниченных территориях. Здесь оно выражено в большей степени, чем у вольных сородичей. Предполагают, что относительная скученность создает большую напряженность социальных отношений и побуждает к приложению больших усилий для ее урегулирования.

РЕЗЮМЕ.

В настоящее время разработаны экспериментальные методы объективного изучения способности животных к самоузнаванию как наиболее элементарному (базовому) проявлению сознания.

Способность к самоузнаванию существует у человекообразных обезьян, есть первые данные, что она свойственна также дельфинам.

По способности к самоузнаванию человекообразные и низшие обезьяны различаются столь же четко, как и по способности к планированию своих действий и прогнозированию их результата.

Способность к самоузнаванию окончательно формируется у шимпанзе в том же возрасте, что и наиболее сложные формы овладения языками-посредниками, а также целенаправленные орудийные действия.

Все сказанное позволяет считать, что в исследовании предыстории сознания — наиболее сложной психической функции человека — сделаны первые, но принципиально важные шаги.

1. В какой форме проявляются зачатки самосознания у животных и каким видам это свойственно?

2. Какие методы используются для выявления способности высших животных к оценке «знаний» и «намерений» других особей?

3. Как проявляется в социальном поведении антропоидов их способность к оценке «знаний» и «намерений» сородичей?

Глава 8. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЫШЛЕНИЯ ЖИВОТНЫХ.

Сравнительная характеристика уровня развития элементарного мышления у животных разных таксономических групп. Некоторые показатели уровня развития мозга (относительные размеры его высших отделов, а также сложность нейронного строения и межнейронных связей), которые коррелируют со степенью развития элементарной рассудочной деятельности. Данные о дифференцированном влиянии разрушения одних и тех же структур на рассудочную деятельность и способность к обучению. Показано, что животным, обладающим хорошо развитым мозгом, доступны более сложные по логической структуре и более разнообразные задачи. Характеристики рассудочной деятельности наиболее продвинутых животных, степень их сходства с психикой человека и отличия от психики других животных. Обсуждение параллелизма в развитии рассудочной деятельности представителей разных классов.

Современное исследование любого аспекта поведения только тогда может считаться полноценным, если авторы рассматривают его развитие, механизмы, эволюцию и адаптивное значение, не ограничиваясь наблюдениями и описаниями. В

предыдущих главах был рассмотрен практически весь диапазон форм элементарного мышления, доступных животным. Одни формы мышления достаточно примитивны и встречаются у низкоорганизованных животных, другие — более сложные и доступны видам, наиболее продвинутым в эволюционном развитии. Интересно рассмотреть, на каких этапах филогенеза они возникли, как происходило их усложнение в эволюционном ряду, а также выяснить, какие особенности строения мозга обеспечивают проявление того или иного уровня развития рассудочной деятельности.

8.1. «Сложное обучение» и уровень развития животных.

В многочисленных исследованиях было неоднократно продемонстрировано, что скорость, прочность и «точность» формирования обычных УР (как классических, так и инструментальных) достаточно близки у позвоночных самого разного филогенетического уровня и практически не зависят от сложности строения мозга. Чтобы оценить степень развития более сложных когнитивных функций, необходимо было разработать другие процедуры обучения животных, которые требовали бы *улавливания общего «правила»,* «алгоритма» решения серии однотипных задач. Предполагалось, что их использование могло бы выявить различия в обучении и когнитивных процессах, которые коррелировали бы со сложностью строения мозга.

В лаборатории Л. Г. Воронина в 60-е годы на животных разных таксономических групп (рыбах, пресмыкающихся, птицах и млекопитающих) исследовали скорость формирования «цепных» УР. Оказалось, что «цепи» УР легче вырабатываются и дольше сохраняются у животных с более развитым мозгом.

Методом **многократных переделок УР** уже в первых работах убедительно показано, что успешность обучения в целом зависит от уровня организации мозга животного, по крайней мере в пределах крупных таксономических групп (Биттерман, 1973; см. 3.3.1). При последовательных переделках сигнального значения стимула формирование каждого следующего УР у многих млекопитающих (в том числе у крыс) и некоторых видов птиц ускоряется, т.е. число ошибок при каждом новом сигнальном значении стимулов *постепенно и достаточно заметно снижается.* В отличие от них у рыб такого ускорения практически не происходит. Таким образом, *способность уловить общее правило,* лежащее в основе теста, проявляется у некоторых животных с относительно примитивным мозгом (крысы, голуби).

Формирование установки на обучение (см. 3.3.3) также позволило выявить различия в способности к обучению у животных разных видов, коррелирующие с уровнем развития мозга (рис. 8.1).

Как видно из рисунка, у большинства видов приматов установка на обучение формируется после выработки 150—200 дифференциро-вок. Иными словами, в этот период доля правильных выборов уже при втором предъявлении новых стимулов (т.е. без дополнительного обучения) доходит до 90%. Несколько больше таких серий обучения требуется беличьим саймири, еще больше — мармозеткам и кошкам. В отличие от них у крыс, кур, голубей и белок правильные ответы при втором предъявлении новой пары стимулов превышали случайный уровень не более чем на 10—15% даже после выработки 1500 различных дифференцировок. Для крыс этот тест оказался менее доступным, чем многократная переделка УР.

Врановые птицы — американские сойки *(Cyanocilla cristata)* и вороны *(Corvus brachyrhynchos),* а также скворцы-майны *(Gracula religiosa)* по скорости

формирования установки на обучение превосходят кошек и саймири и приближаются к мартышковым обезьянам. Для них характерны также сходные стратегии решения теста (см. ниже).

Скорость формирования установки на обучение соответствует уровню организации мозга: низкая — у грызунов, выше — у хищных млекопитающих и очень высокая — у приматов в целом.

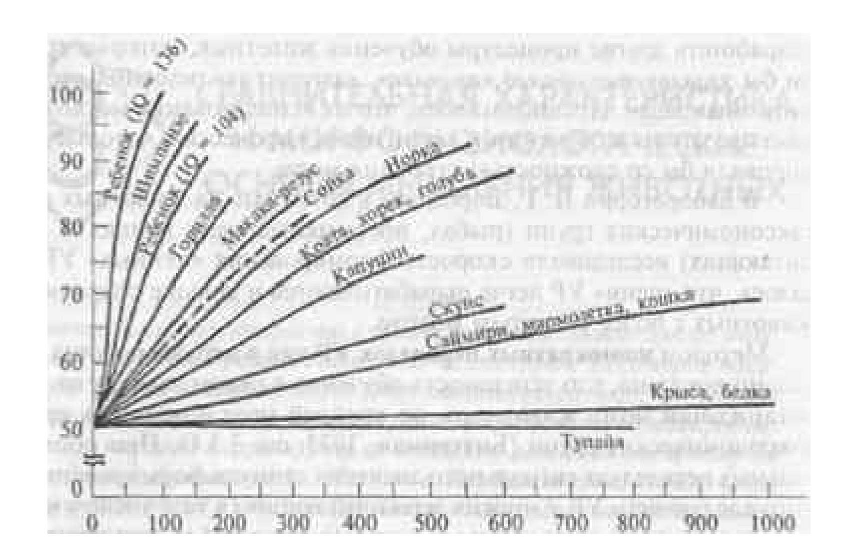


Рис. 8.1. Сравнительная характеристика способности животных разных видов к формированию установки на обучение.

По оси ординат — доля (%) правильных выборов при второй пробе, по оси абцисс — предъявление задачи. По Hodos, Campbell, 1979, с дополнениями.

Вместе с тем внутри отряда приматов существуют определенные различия по этому показателю. Наиболее успешно формируют «установку» человекообразные обезьяны, причем шимпанзе опережают в этом отношении других антропоидов, включая горилл, и даже детей с низким коэффициентом интеллектуального развития. Это служит одной из важных иллюстраций широко распространенного представления об исключительной близости шимпанзе к человеку (Rumbaugh et al., 2000).

Наряду со столь очевидными различиями показателей решения, которые обнаружены у шимпанзе и грызунов, во многих случаях животные с заведомо по-разному организованным мозгом (например, кошки и макаки) демонстрируют сходные количественные показатели формирования установки. Однако различия между ними выявляются четко, если обратиться к «качественному» анализу, т.е. к сопоставлению ***стратегий в решении этого теста.*** Такой анализ провел Д. Уоррен (Warren, 1977). *Кошки* действовали достаточно примитивно. Если при первом предъявлении новой пары стимулов кошка случайно выбрала «правильный» стимул, то дальше действовала безошибочно, т.е. придерживалась стратегии «преуспел — делай так же» *(win-stay).* При неудачном выборе кошка не могла адекватно использовать полученную информацию и в следующий раз выбирала наугад, не используя стратегию «проиграл — измени тактику» *(lose-shift),* а дальше обучалась по принципу «проб и ошибок».

В таких же опытах *макаки-резусы* вели себя иначе. Даже если при первом предъявлении новой пары стимулов их выбор был неудачным, то при следующих пробах они практически всегда действовали правильно. Иными словами, «неуспех» воспринимался макаками *не как ошибка,* после которой надо *снова пробовать,* а как основание для смены стратегии выбора, т.е. они далее действовали по правилу: «проиграл — измени тактику». К тому же, в отличие от кошек, макаки могли гибко переходить от одного правила к другому. Это означало, по-видимому, что они способны полностью *уловить принцип задачи.* Такую же более совершенную стратегию формирования «установки» проявили представители врановых птиц — *сойки:* они реагировали на новые стимулы правильно независимо от того, был ли выбор в первой пробе положительным или отрицательным (Kamil, 1988).

Межвидовые различия обнаруживаются и в скорости обучения *«выбору по образцу».* Если крысам и голубям требуются сотни сочетаний для формирования и упрочения реакции выбора «по сходству с образцом», то человекообразным обезьянам нужен гораздо меньший период тренировки, а в некоторых случаях им достаточно первых проб. Методика обучения навыку выбора «по отличию от образца» широко используется в исследованиях обучения **и** памяти у грызунов; она оказалась пригодной и для оценки особенностей когнитивных процессов у трансгенных мышей (см. также 9.5).

При сравнении способностей животных разных видов к обучению простым условным рефлексам различий не обнаруживается. В тестах на способность к сложным формам обучения, когда животное должно уловить (понять) *общее правило выбора,* большего успеха добиваются животные с более высокоорганизованным мозгом.

8.2. Сравнительная характеристика уровня элементарной рассудочной деятельности (элементарного мышления) у животных разных таксономических групп.

К началу 70-х годов XX в. сформировались экспериментальные подходы, позволившие проводить систематические сравнительные исследования рассудочной деятельности животных. Их особенностью было *использование животных большого числа видов в стандартных условиях с применением единых, стандартных тестов, результаты которых доступны точной количественной оценке.* Это позволяло сопоставлять показатели решения теста животными разных таксономических групп и *анализировать специфику механизмов (стратегии),* лежащих в основе решения такой задачи, подобно тому как это было сделано при сопоставлении стратегий решения теста на «установку» (см. **8.1).**

Способность к экстраполяции. Наиболее полная сравнительная характеристика рассудочной деятельности была получена с помощью теста на способность к экстраполяции, а также некоторых других элементарных логических задач, разработанных. Л.В. Крушинским (1986). Задача межвидовых сравнений облегчалась тем, что существовали методы точной количественной оценки результатов этих тестов (см. гл. 4).

В главе 4 (см. 4.6.2; рис. 4.12) были описаны основные результаты таких опытов, проведенных на представителях всех классов позвоночных: рыбах (4 вида), земноводных (3 вида), пресмыкающихся (5 видов), на 15 видах млекопитающих и 13 видах птиц (см.: Крушинский, 1986). (Подробное изложение этих данных можно найти в работах Крушинского (1986), Зориной (1997), Очинской (1971), Полетаевой

(1998), Флесса и др. (1974; 1987).

Как показывает рис. 4.12А, способность к экстраполяции имеется у многих животных. Совершенно не способными к решению этой задачи оказались только рыбы и земноводные. По данным Е. И. Очинской (1971), задачу на экстраполяцию успешно решали пресмыкающиеся — черепахи, кайманы и зеленые ящерицы. Отметим, что у черепах была выявлена также способность к *обобщению* отвлеченных пространственных признаков (см. 5.5.3).

Наличие у пресмыкающихся способности к экстраполяции и обобщению свидетельствует, что зачатки этих форм элементарного мышления сформировались на относительно ранних этапах филогенеза.

Наиболее полно способность к экстраполяции была охарактеризована у млекопитающих. В пределах этого класса можно наблюдать закономерное улучшение решения большинства тестов на рассудочную деятельность (см. ниже). Так, у грызунов в целом способность к экстраполяции крайне ограниченна, хищные млекопитающие прекрасно экстраполируют, у приматов эта способность не оценивалась, а у дельфинов она высоко развита.

Тесты на оперирование эмпирической размерностью фигур и Ревеша—Крушинского. Согласно взглядам Л. В. Крушинского, способность к экстраполяции направления движения пищевого или другого биологически значимого раздражителя отражает лишь одну из возможных сторон рассудочной деятельности животных. Другой тест — оперирование эмпирической размерностью фигур (см. 4.6.3) — основан на понимании геометрических свойств предметов. Его использование позволило углубить сравнительную характеристику рассудочной деятельности исследованных видов животных. Его могут решить животные лишь немногих видов (см. 4.6.3.1). Удивительно, что с ним не справляются хищные млекопитающие (за исключением медведей). Врановые птицы решали задачу на уровне, близком к обезьянам, медведям и дельфинам. Эти опыты, так же как и результаты исследования способности врановых птиц к обобщению и символизации, свидетельствуют о сходстве уровня рассудочной деятельности этих птиц и приматов.

Тест Ревеша—Крушинского был предназначен для выявления способности животных экстренно определять положение спрятанной приманки на основе информации о ее перемещении, полученной в ходе теста (см. 4.7). Все исследованные виды (крысы, врановые птицы, некоторые виды низших обезьян и человекообразные обезьяны) ведут себя практически одинаково — безошибочно решают задачу лишь в единичных случаях, однако все животные (и крысы, и приматы) способны оптимизировать поиск в пределах первого же теста.

Наряду со способностью к экстренной реорганизации независимых навыков (см. 4.8.1) тест Ревеша—Крушинского — это еще одна форма рассудочной деятельности, доступная низкоорганизованным животным — крысам.

«Градации» элементарного мышления. Способность к экстраполяции направления движения пищевого раздражителя, исчезающего из поля зрения, обнаружена у представителей пресмыкающихся, млекопитающих и птиц, но выражена в разной степени. На этом основании Л. В. Крушинский выделил несколько градаций в степени ее развития: они различались не только по количественным показателям (от 65% у некоторых линий мышей до 90% у хищных млекопитающих), но и по способности решать различные усложненные варианты этой задачи. Появление данных о способности к решению задачи на оперирование эмпирической размерностью фигур позволило дать еще более подробную характеристику уровня развития элементарного мышления (см. ниже).

Л. В. Крушинский высказал гипотезу, что усложнение рассудочной деятельности животных в процессе эволюции происходило за счет увеличения числа «эмпирических законов», которыми могут оперировать животные, и, следовательно, росло число элементарных логических задач, которые они способны решать.

Исходя из этого, Крушинский полагал, что для сравнительной характеристики рассудочной деятельности животных необходимо использовать батареи разнообразных тестов.

Результаты исследования элементарного мышления животных, накопленные к настоящему времени, показали плодотворность и информативность такого подхода.

В главе 4 уже говорилось, что элементарное мышление животных исследуют с помощью двух групп тестов.

Первая из них оценивает способность животного к решению задачи в экстренно сложившейся обстановке, основанному на понимании логической структуры задачи (к таким задачам относится и тест на экстраполяцию). Л. В. Крушинский предложил набор (или батарею) тестов разной сложности для комплексной оценки элементарной рассудочной деятельности животных. Его работы позволили выявить градации таких способностей в ряду позвоночных.

Вторая группа тестов анализирует способности животных к обобщению и абстрагированию. Данные, полученные в экспериментах по обучению многократным переделкам дифференцировочных УР и «установке на обучение», также выявили градации этих способностей у животных разного уровня организации и показали сходный характер различий между разными таксономическими группами.

Млекопитающие. Грызуны характеризуются низшей градацией элементарного мышления. Способность к экстраполяции обнаружена у диких крыс-пасюков (Крушинский и др., 1975), некоторых генетических групп мышей (Полетаева, 1998; см. 9.2 и рис. 9.1) и бобров (Крушинская и др., 1980), причем в большинстве случаев правильные решения лишь незначительно превышают случайный уровень. Тем не менее эти решения *по своему механизму принципиально отличаются от обучения сходной задаче* (см. ниже) и представляют собой *проявления более сложной, чем обучение, когнитивной способности.* Наряду со слабой способностью к экстраполяции, у грызунов крайне ограничена способность к обобщению (см. гл. 5), и они не могут формировать установку на обучение. В то же время некоторые когнитивные задачи им доступны — крысы способны к решению задач на экстренную реорганизацию независимо сформированных навыков (см. 4.8) и к оптимизации стратегии при поиске приманки в тесте Ревеша—Крушинского (см. 4.7).

Следующая градация обнаружена у хищных млекопитающих. Все исследованные виды этого отряда (кошки, собаки, волки, лисы, песцы, медведи) успешно решают задачу на экстраполяцию. Это совпадает с их выраженной способностью к формированию установки на обучение (см. выше) и к достаточно высокому уровню обобщений (см. гл. 5). Вместе с тем важно подчеркнуть, что большинство хищных млекопитающих *не способны* к решению теста на оперирование размерностью фигур. Это объективно отражает специфику их когнитивных способностей и отличие уровня развития хищных от приматов.

Следующую градацию элементарного мышления можно обнаружить у более высокоорганизованных млекопитающих — *обезьян и дельфинов* (Флесс и др., 1987). Дельфины хорошо экстраполируют направление движения раздражителя, что согласуется с их способностью к быстрому формированию установки на обучение, к

высоким степеням обобщения и другим сложным когнитивным функциям (см. также 8.5).

Птицы. В пределах класса птиц обнаружены сходные с млекопитающими градации способности к экстраполяции — от полного ее отсутствия у голубей до высокого ее развития (на уровне хищных млекопитающих и дельфинов) у врановых птиц. Хищные птицы *(Falco tinunculus, F. vespertilus, Pernis aviporus* и др. виды) занимают промежуточное положение: у них уровень успешных решений при первом предъявлении лишь незначительно (хотя и достоверно) превышает случайный.

Эта характеристика становится более полной и убедительной в сопоставлении с данными по другим видам элементарного мышления у врановых и голубей.

Врановые птицы достигают уровня развития приматов по следующим видам когнитивных тестов:

♦ по скорости и стратегии образования установки на обучение;

♦ по способности к оперированию эмпирической размерностью фигур (см. 4.6.2);

♦ по возможности образования довербальных понятий (см. 5);

♦ по способности к употреблению символов (см. гл. 5 и 6).

В отличие от них голуби — значительно более примитивно организованные представители класса птиц. Они не способны к решению элементарных логических задач, к формированию установки на обучение и обладают крайне ограниченной способностью к допонятийному уровню обобщения. Тем не менее даже у них проявляется способность к решению наиболее простой задачи—к экстренной интеграции независимо образованных навыков (см. 4.8.1).

Способность к экстраполяции представляет собой относительно универсальную когнитивную функцию, в той или иной степени доступную широкому диапазону видов позвоночных, начиная с рептилий. Таким образом, самые первые и примитивные биологические предпосылки мышления человека возникли на ранних этапах филогенеза позвоночных.

Более высокоорганизованные животные способны к решению большего числа когнитивных тестов и справляются с более сложными логическими задачами. Это соответствует представлениям Л. В. Крушинского о том, что *эволюция элементарной рассудочной деятельности животных шла, по-видимому, в направлении увеличения числа «законов», которыми животное способно оперировать.*

8.3. Рассудочная деятельность и сложность строения мозга.

Л.В. Крушинский и его сотрудники в 70-е годы XX века предприняли исследование морфофизиологических основ элементарной рассудочной деятельности животных. Эти работы включали сопоставление сложности строения высших ассоциативных структур переднего мозга птиц и млекопитающих с уровнем развития у них способности к рассудочной деятельности. На основе таких сопоставлений была изучена роль отдельных образований мозга в способности к экстраполяции и в способности к обучению. Ряд работ был специально посвящен сравнению способности животных к решению элементарных логических задач и к обучению.

8.3.1. «Цефализация», сложность нейронного строения и уровень рассудочной деятельности.

В лаборатории Л. В. Крушинского изучалась связь сложности организации мозга и общего уровня эволюционного развития в классах птиц и млекопитающих. Нейроморфологические данные, накопленные к 70-м годам XX в., свидетельствовали, что индекс цефализа-ции — относительный объем высших отделов мозга (новой коры у млекопитающих и гипер- и неостриатума у птиц) растет по мере повышения уровня эволюционного развития вида. Л. В. Крушинский (1986) показал, что как у птиц, так и у млекопитающих *степень цефализации* в пределах каждого класса позвоночных представляет собой существенный параметр, определяющий уровень развития рассудочной деятельности.

А. Портман (Portmann, I946) получил следующие величины индексов относительного объема полушарий птиц: голубь — 4,0; курица — 3,27; утка *(Anas platirhinchos)* — 6,08; сокол *(Falco tinninculus)* — 8,24; канюк *(Buteo buteo) — 9,78;* сорока *(Pica pica) — 1*5,81; грач *(Corvus frugilegus)* — 15,68; ворона *(ы)* — 15,38.

У млекопитающих также обнаруживается зависимость между уровнем развития элементарной рассудочной деятельности и относительным размером мозга. Л. В. Крушинский приводит следующие величины квадратического показателя головного мозга (по Я. Я. Рогинскому) для ряда видов млекопитающих: мышь — 0,0088; крыса — 0,0123; кролик — 0,0705; кошка — 0,195; собака — 0,464. Приматы и дельфины обладают наиболее дифференцированным и крупным мозгом среди млекопитающих.

В ряду млекопитающих происходит увеличение площади ассоциативных зон коры больших полушарий, в частности префронтальной (лобной) области. Это тоже является индикатором усложнения строения высших отделов мозга. Такая же закономерность описана и в отношении ассоциативных областей мозга птиц.

В этой связи следует отметить и еще одно немаловажное обстоятельство. Сравнительные исследования Л. В. Крушинского и его сотрудников (1986) показали, что нет прямой и непременной связи между степенью развития элементарной рассудочной деятельности и наличием новой коры. Мозг птиц построен по иному плану, чем мозг млекопитающих. В процессе филогенеза особого развития у них достигли новые, отсутствующие у млекопитающих, отделы стриатума *(гипер- и неостриатум— wulst),* в то время как у млекопитающих сформировалась новая кора. Именно за счет этих отделов стриатума увеличился объем полушарий и переднего мозга врановых птиц

Наряду с увеличением относительных размеров высших отделов мозга, другим важным фактором, определяющим степень развития рассудочной деятельности, следует считать сложность нейронной организации мозга. В филогенетическом ряду позвоночных наблюдается увеличение разнообразия нейронного строения мозга, с прогрессирующим увеличением числа так называемых звездчатых нейронов (Богословская, Поляков, 1981), а также усложнение систем контактов между нейронами. Были выявлены особенности цитоархитектони-ки переднего мозга вороны и голубя (Крушинский и др., 1985; Воронов, 1996).

Особенно сложным строением отличаются нейроны гиперстриа-тума вороны. Они имеют более длинные и более извилистые дендри-ты, что определяет большее число контактов с другими клетками. Количество шипиков на дендритах также значительно больше, чем на дендритах нейронов мозга голубя.

Специфическая особенность строения мозга птиц — так называмые мультинейронные комплексы (Богословская, Поляков, 1981). Это клеточные

ассоциации сложной пространственной структуры, состоящие, по-видимому, из функционально связанных нервных элементов. Исследования Д. К. Обухова (Обухов, 1996; Андреева, Обухов, 1999) демонстрируют конкретное строение таких мультинейронных комплексов: у ворон они могут включать до 20 нейронов, у голубей до 10.

В двух классах позвоночных — млекопитающих и птиц — усложнение строения мозга в ряду видов коррелирует с повышением уровня развития их элементарного мышления. Это прослеживается и в увеличении числа тестов, которые более развитые животные способны решать, и в повышении уровня сложности этих тестов.

8.3.2. Повреждение участков мозга и способность к экстраполяции.

Анализ морфофизиологических основ рассудочной деятельности проводился в 60—70-е годы в лаборатории Л. В. Крушинского. В опытах Д. А. Флесса (1974) был начат ***фармакологический анализ*** способности к экстраполяции. Было показано, что введением холинолитиков она блокировалась, но сохранялась при использовании препаратов, выключающих катехоламинергическую нейромедиаторную систему мозга (даже при использовании очень высоких дозировок).

Более подробно была исследована роль различных структур мозга у животных, обладающих разной способностью к экстраполяции, в опытах с их повреждением (удалением, экстирпацией). Для анализа последствий разрушений участков мозга были выбраны представители разных классов, в пределах класса — разные виды, в пределах одного вида — разные группы животных. Часть экспериментов проводили на животных, взятых в опыт впервые, а часть — на животных, имевших до операции опыт решения задачи. Разрушались структуры, ответственные за высшие ассоциативные функции и имеющие тенденцию к развитию **и** усложнению в пределах своего класса: префронтальная кора млекопитающих, комплекс ядер переднего мозга птиц — *Wulst* и дорсовент-ральная область коры — у пресмыкающихся, поскольку степень их развития коррелирует с уровнем способности к экстраполяции. В «контрольных» опытах был проанализирован эффект равных по объему разрушений других структур переднего мозга, выполняющих более элементарные функции. Эксперименты проводились на *собаках* (успешно решающих тест на экстраполяцию), *кошках* (чьи показатели были ниже), *воронах* (имеющих высокие показатели во всех тестах), *курах* (тест не решают), болотных *черепахах Emis orbicularis,* успешно экстраполирующих (Зорина, Попова, 1978; Зорина, Федотова, 1981; Адрианов, Молодкина и др., 1987; Очинская и др., 1988).

У *млекопитающих,* ***решавших задачу впервые,*** способность к экстраполяции нарушалась при повреждении ***префронтальной коры*** (высшей ассоциативной зоны) и не страдала при повреждении других областей коры.

У *врановых птиц,* которым тест был также предъявлен впервые, аналогичные нарушения наблюдались при повреждении *Wulst (комплекс ядер гиперстриатума* (Karten, 1991), который считают функциональным *аналогом префронтальной коры млекопитающих),* и отсутствовали при контрольном разрушении *гиппокампа* (старой коры).

У *рептилий* (черепах) способность к экстраполяции нарушалась при экстирпации *дорсовентральной области коры* (зоны перекрытия *сенсорных проекций разных модальностей).* В мозге рептилий она выполняет как ассоциативные, а так и проекционные функции. При разрушении чисто проекционной области выполнение

теста не нарушалось.

После разрушений участков мозга, имеющих высшие ассоциативные функции, все оперированные животные первое время решали задачу на экстраполяцию чисто случайно. Однако по мере его многократных повторений доля правильных обходов ширмы постепенно увеличивалась, т.е. *животное обучалось навыку обхода* ширмы со стороны движения корма (см. также ниже).

Если разрушение производили у животных, ***успешно решавших задачу до операции,*** способность к экстраполяции в целом сохранялась, хотя доля правильных решений снижалась. Следовательно, разрушение указанных структур не нарушает способности животных к обучению, но практически исключает проявление способности к экстраполяции при первом предъявлении задачи. Сходство эффектов разрушений у представителей всех трех классов отражает, по-видимому, общность процессов, лежащих в основе решения этого теста.

В опытах с птицами в качестве «контрольной» структуры, разрушение которой не должно было изменить уровня решения задачи на экстраполяцию, была выбрана старая кора (гиппокамп). В главе 3 (см. 3.4.3) было показано, что повреждение этой структуры у птиц и млекопитающих существенно ухудшает процесс запоминания. В наших опытах при разрушении гиппокампа поведение ворон (не имевших опыта решения задачи до операции) не изменялось ни в первом, ни при повторных предъявлениях теста на экстраполяцию. У кур (низкий уровень рассудочной деятельности) свойственное им постепенное формирование условно-рефлекторного навыка обхода ширмы после разрушения гиппокампа замедлялось, в то время как при разрушении гиперстриатума их поведение не изменялось.

Сходным образом разрушение хвостатого ядра не ухудшало решения задачи на экстраполяцию у кошек, но ослабило эту способность у крыс (выраженную слабо даже в норме).

У представителей млекопитающих, птиц и рептилий выявлены структуры мозга, в наибольшей степени связанные с осуществлением решения задачи на экстраполяцию. Их разрушение практически исключает проявление способности к экстраполяции при первом предъявлении задачи, ухудшает показатели животных, решавших задачу до операции, но не препятствует обучению при многократных предъявлениях. Различие влияний на рассудочную деятельность и на обучение сходным задачам позволяет говорить об участии в этих процессах разных нейрофизиологических механизмов. Сходство эффектов разрушений у представителей всех трех классов отражает общность процессов, лежащих в основе решения этого теста.

Сопоставление решения задачи на экстраполяцию и обучения сходному навыку проводилось и в других экспериментах.

8.4. Сопоставление способности к экстраполяции и к обучению. Роль экологических факторов в успешности решения тестов.

Решение элементарных логических задач, даже при их повторных предъявлениях, представляет собой самостоятельный феномен, по своей природе отличный от других форм индивидуально-приспособительного поведения, в частности от инструментального обучения. Об этом свидетельствуют отличия в поведении животных в контрольных тестах, которые по своей структуре сходны с элементарной логической задачей, за исключением того, что в них *отсутствует логическая структура.* «Решить» такой тест при первом предъявлении невозможно,

безошибочного выполнения его можно достичь только путем *обучения методом проб и ошибок.* Выше (см. 4.6.3, рис. 4.16) был описан такой контрольный опыт для теста на оперирование эмпирической размерностью фигур. Подобному контролю подвергали и тест на экстраполяцию.

В поведении мышей при обучении навыку отыскания исчезнувшего корма и при решении теста на экстраполяцию также выявлены существенные различия (Крушинский и др., 1982). Была обнаружена группа мышей, носителей хромосомной мутации (подробнее см. 9.2 и рис. 9.1), у которых доля правильных решений теста на экстраполяцию достоверно превышала случайный уровень. Их поведение сравнивали с мышами линии CBA, которые решали тест на 50%-м случайном уровне.

В тесте на экстраполяцию мышь может следить за направлением исчезновения корма, затем она идет либо в «правильном» направлении — в сторону исчезновения корма, к соответствующему боковому отверстию в стенке камеры, либо в противоположном направлении. Контрольный тест на обучение навыку обходить ширму с определенной стороны проводился в той же камере, что и исследование способности к экстраполяции (см. рис. 4.12); он был сходен с тестом на экстраполяцию по структуре. Мышь также начинала пить молоко из поилки, которую от нее закрывали (т.е. как и в основном тесте прекращали доступ к корму), однако никакого движения кормушки в поле зрения мыши не происходило. Подкрепление мышь находила всегда около одного из боковых отверстий. После этого она снова подходила к центральному отверстию и т.д., 10 раз за опытный день.

Уже после трех дней обучения у мышей обеих групп время подхода к поилке сократилось, *у них сформировался инструментальный пи-щедобывательный УР на место подкрепления.* В тестах на экстраполяцию за такой же период время подхода к поилке у мышей разных групп изменилось по-разному: у «способных» к экстраполяции мышей с хромосомной мутацией оно практически не изменилось, тогда как у неспособных мышей CBA оно сократилось.

Мыши CBA *обучились быстрее перебегать к боковым отверстиям,* хотя по-прежнему (и к третьему опыту) они *не улавливали логической структуры задачи* (доля правильных решений у них осталась на случайном уровне).

Мыши с мутацией (успешно усвоившие такой инструментальный навык в специальном тесте на обучение) к третьему опытному дню в тесте на экстраполяцию не стали бегать быстрее. По-видимому, каждое решение задачи у них осуществлялось не на основе выполнения выученного двигательного навыка, а *на основе улавливания логической структуры теста.* Такое поведение не обязательно влечет за собой ускорение подхода к пище при повторениях.

Адаптивные реакции поиска пищи у лабораторных мышей могут происходить как на основе способности к экстраполяции, так и на основе более простого механизма, на основе инструментального обучения. Эксперимент позволяет четко разделить эти два механизма.

Прямые свидетельства различий в механизмах обучения и способности к решению элементарных логических задач были получены также в опытах с врановыми птицами. Оказалось, что молодые птицы неспособны к решению задачи на экстраполяцию и ОЭРФ, и такая способность обнаруживается у них не ранее, чем в годовалом возрасте. В то же время способность к обучению — выработке простых и диффе-ренцировочных УР, их сложных «систем» и т.п. — обнаруживается уже у 3-месячных птенцов. Сроки «созревания» способности к элементарному мышлению у ворон совпадают с окончанием процесса миели-низации проводящих путей в переднем мозге и появлением наиболее крупных мультинейронных комплексов

(Зорина, Крушинский, 1987; Воронов, 1996).

Особенности экологии вида и способность к элементарному мышлению. При анализе механизмов решения элементарных логических задач неизменно возникал вопрос о том, в какой мере их можно отнести за счет *наличия или отсутствия способности к рассудочной деятельности,* а в какой они являются результатом каких-то иных механизмов, в том числе *частных экологических адаптации.* Вопрос чаще всего возникал в связи с анализом решения задачи на экстраполяцию и требовал специального анализа. Данные по способности к экстраполяции у представителей разных систематических групп были сопоставлены с особенностями кормовой специализации.

Рассмотрим некоторые примеры. Одним из аргументов в пользу «экологической» трактовки данных о способности вида к экстраполяции было существование специализации в добыче пищи. В репертуар видоспецифического поведения ряда животных (особенно хищных) входит преследование движущейся добычи. Однако оказалось, что наличие или отсутствие хищнического поведения не является решающим фактором в определении уровня рассудочной деятельности животного. У рыб способности к экстраполяции не обнаружено, хотя тестированы были как хищные виды (цихлидовые), так и травоядные (караси). Напротив, столь же контрастные по способу питания черепахи — *Emis orbicularis* и *Clemmis caspica* — хищные виды и *Testudo horsfield* — травоядный — задачу на экстраполяцию решают успешно (Очинская, 1971).

Отметим, что у целого ряда видов существуют видоспецифичес-кие механизмы, позволяющие им экстраполировать направление (видимого) движения объектов. Такой механизм обеспечивает добычу пищи у амфибий, которые ловят насекомых на лету, однако не помогает им экстраполировать направление движения скрывшегося корма, так как для решения этой задачи необходимо *уловить связь* между пищевым стимулом и изменением его положения *на видимом отрезке* движения, а затем *принять решение* о направлении его движения *на скрытом от глаз участке.*

Наконец, задачу на экстраполяцию уверенно решают дельфины, хотя ни способ питания, ни весь образ жизни этих животных не создают для этого никаких специальных предпосылок (Флесс и др., 1987).

Особенности врожденного поведения, обеспечивающие кормовую специализацию животных данного вида, не могут быть решающим фактором, обеспечивающим наличие способности к экстраполяции.

Вторым важным подходом к анализу этой проблемы было сопоставление результатов решения тестов, отражающих существование разных форм рассудочной деятельности, помимо способности к экстраполяции. Хищные млекопитающие и врановые птицы успешно справляются с задачей на экстраполяцию, и можно было бы предположить, что общие для экологии этих животных особенности — хищничество и умение осваивать новые виды корма — играют в этом ведущую роль. В то же время и волки, и врановые птицы должны были бы в одинаковой степени быть знакомыми с таким свойством, как «эмпирическая размерность фигур» (наличие в окружающем их мире объемных и плоских предметов). Однако врановые птицы оказались способными решить тест на ОЭРФ (см. 4.6.2.3), тогда как волки его не решали. Таким образом, возможность сравнивать уровень развития элементарной рассудочной деятельности врановых и хищных млекопитающих не только по способности к экстраполяции, но и по другим тестам позволила более полно охарактеризовать этих животных. Наряду с этим она стала веским аргументом против «экологического» объяснения их высокой способности к экстраполяции в пользу другой точки зрения, которую сформулировал Л. В. Крушинский (см. 8. 3).

Уровень развития рассудочной деятельности находится в прямой связи с уровнем структурно-функционального развития мозга и определяет не только способность решать специальные тесты, но также и потенциальные возможности вида к адаптации в меняющейся среде обитания.

8.5. Элементарное мышление человекообразных и низших обезьян.

Рассмотренные выше вопросы касались уровня элементарной рассудочной деятельности у животных разного уровня организации мозга — рыб, рептилий, птиц и млекопитающих. Наибольшего развития элементарное мышление достигает у приматов. Исследования психических функций этих животных многочисленны и разносторонни. В то же время и среди представителей этого отряда выделяются человекообразные обезьяны, весь спектр когнитивных способностей которых значительно выше, чем у всех остальных представителей животного мира, в том числе и других приматов.

В какой же степени уровень развития мышления человекообразных обезьян приближается к человеческому? Этот вопрос всегда был предметом ожесточенных дискуссий. Необходимость подчеркивать наличие качественных различий между психикой человека и его ближайших родственников, человекообразных обезьян, составляла один из краеугольных камней и зоопсихологии, и биологии в целом. Такие же соображения заставляли многих авторов отрицать глубокие различия между антропоидами и остальными приматами.

Рассмотренные нами исследования последней трети XX века внесли коррективы в эти представления. Они свидетельствуют о глубоких различиях когнитивных способностей высших и низших приматов, которые прослеживаются на всех изученных в настоящее время уровнях:

♦ все виды антропоидов достоверно отличаются от остальных видов приматов по скорости формирования установки на обучение (см. рис. 8.1);

♦ ни у одного вида низших узконосых обезьян не отмечено **спонтанного использования орудий** при содержании в лабораторных полусвободных условиях (Фирсов, 1973; *1993),* тогда как антропоиды (и в природе, и в лаборатории) прибегают к ним постоянно и в самых разнообразных формах (Келер В., 1925; Ладыгина-Котс, 1959; Гудолл, 1992 и др.);

♦ Для человекообразных обезьян характерно **целенаправленное применение орудий** в соответствии с «мысленным планом» и предвидение результата своих действий, тогда как у низших обезьян преобладает **случайное манипулирование** ими (Ладыгина-Котс, 1959; Фирсов, 1973; Visalberghi et al., 1995);

♦ шимпанзе превосходят низших узконосых обезьян по способности к **формированию довербальных понятий** (Фирсов, 1972; 1987; 1993; Малюкова и др., 1990; 1992), а также к усвоению и использованию символов (Savage-Rumbaugh, et al., 1993).

♦ шимпанзе способны к самоузнаванию, к оценке и пониманию знаний и намерений других особей (и человека) и могут использовать эти свойства в своих социальных контактах, в том числе для воздействия на других членов сообщества («социальное манипулирование» и «обман»). У низших обезьян все перечисленные элементы практически отсутствуют (Povinelli et al., 1991; 1992; 1993; 1994; Tomasello, Call, 1998; см. гл. 7).

Таким образом, согласно современным данным, можно с уверенностью

утверждать, что по всем наиболее сложным проявлениям высших когнитивных способностей антропоиды принципиально превосходят других приматов.

Столь же заметные изменения произошли в представлениях о том, в какой степени психика антропоидов приближается к человеческой. Способность шимпанзе к образованию довербальных понятий (гл. 5), а также к использованию символов (гл. 6) позволяет им усваивать простейшие языки для общения с человеком. Присущие знаковым системам, которые они усваивают, свойства перемещаемости и продуктивности (см. гл. 6) свидетельствуют о том, что *в основе употребления символов лежат не образные, а отвлеченные представления.* Шимпанзе и другие антропоиды овладевают словарем в несколько сотен «слов», из которых они строят грамматически правильные предложения, а при соответствующем режиме воспитания, введенном не позднее 10-месячного возраста, могут научиться с первого же раза понимать адресованные им самые разнообразные устные фразы и выполнять заключенные в них указания экспериментатора.

Они делают это не за счет «зазубривания» определенных команд, а подобно детям: усваивают значения слов независимо от контекста и связывают их не с конкретным предметом или действием, а с отвлеченным представлением о любых вариантах данного стимула или действия.

Все это свидетельствует о том, что даже высшая форма психики человека — речь, основанная на абстрактно-логическом мышлении, имеет биологические предпосылки, и ее зачатки в определенной степени представлены у современных антропоидов.

Принципиальное значение имеет также тот факт, что и способность узнавать себя в зеркале, и «осмысленное» применение орудий, и умение предвидеть действия партнера формируются у шимпанзе в возрасте 4—4,5 лет. Именно в этот период достигает своего максимального развития и овладение языками-посредниками.

Элементарное мышление антропоидов (как и более примитивных животных) — это системная функция мозга, которая определяется уровнем его организации и проявляется в разных функциональных сферах и при выполнении различных операций.

Самостоятельный интерес представляет характеристика высших когнитивных функций других высокоорганизованных позвоночных, прежде всего дельфинов. Их поведение и психика сделались объектом внимания психологов и физиологов гораздо позднее, чем большинства лабораторных животных, да и работа с ними требует особых материальных и технических затрат. Тем не менее полученные к настоящему времени данные уверенно позволяют оценить рассудочную деятельность этих животных как одну из самых высоких по степени развития. То же самое (хотя и в меньшей степени), можно сказать и о птицах — врановых и попугаях. Исследований на них пока очень мало, но можно уверенно утверждать, что по уровню развития рассудочной деятельности эти птицы существенно превосходит хищных млекопитающих и достигают уровня низших узконосых обезьян. Опыты И. Пеп-перберг по обучению попугая общению с человеком, а также использование воронами цифр для маркировки множеств в работе Зориной и Смирновой (2000) позволяют с известной осторожностью предположить, что по способности к простейшей символизации эти птицы приближаются к антропоидам.

РЕЗЮМЕ.

Рассмотренные вопросы, касающиеся универсальности способности

животных к элементарной рассудочной деятельности, особенностей морфофизиологических механизмов этого явления, роли экологической специализации в проявлении способностей к элементарному мышлению, в конечном итоге приводят к заключению, что *«...рассудочная деятельность животных на всех ступенях филогенеза детерминирована уровнем развития мозга, который в свою очередь определяется генотипом животного...* В процессе естественного отбора наиболее адекватных форм поведения в многообразно меняющихся условиях среды происходит и отбор тех морфофизиологических особенностей мозга, которые обеспечивают выполнение наиболее адаптивных поведенческих актов».

Это фундаментальное заключение, которое следует из огромного числа накопленных наукой фактов, сделал Л. В. Крушинский (1986).

1. Каковы наиболее универсальные проявления элементарной рассудочной деятельности, доступные даже относительно примитивно организованным животным?

2. Как исследуется соотношение между способностью к экстраполяции и обучением?

3. От каких особенностей структурно-функциональной организации мозга зависит уровень рассудочной деятельности вида?

4. Каковы самые сложные формы элементарной рассудочной деятельности и как они представлены у наиболее высокоорганизованных животных — человекообразных обезьян?

5. Какой степени сходства с мышлением человека может достигать мышление человекообразных обезьян?

Глава 9. ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ РАССУДОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ДРУГИХ КОГНИТИВНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ЖИВОТНЫХ.

Индивидуальные вариации в проявлении когнитивных способностей животных имеют в качестве одной из причин генетические различия. Описание экспериментов, выявивших различия в способности к экстраполяции у диких и доместицированных форм двух видов животных — лисиц и крыс. Изложение методологии генетики поведения, а также результатов основных модельных экспериментов в генетических исследованиях способности к обучению.

9.1. Индивидуальные различия в проявлении когнитивных способностей животных.

Оценивая когнитивные способности животных разных видов (в сравнении с человеком), ученые всегда сталкивались с тем обстоятельством, что их уровень неодинаков даже у представителей одного вида. Это выражалось в ***межиндивидуальной изменчивости*** при решении лабораторных тестов: одни особи оказывались «умными», другие — не очень, а третьи вели себя в тесте случайным образом, *не улавливая логической структуры задачи.* Так, например, при исследовании способности врановых птиц к оперированию эмпирической размерностью фигур (ЭРФ) оказалось, что *только половина птиц,* участвовавших в

опыте, *смогла успешно решить этот тест.* Аналогичные результаты были получены при исследовании способности к экстраполяции у животных разных видов. В каждой группе одного вида (кошки, собаки, лисицы, кролики, куры) попадались особи, которые решали задачу безошибочно, а другие данный тест решить не могли.

Очевидно, что при исследовании элементарной рассудочной деятельности и когнитивных способностей в целом успешность выполнения теста может зависеть от степени страха, который испытывает животное в обстановке опыта, от его способности преодолеть страх и состояние стресса, от особенностей онтогенеза и, наконец, от генотипа особи.

Исследованием роли генетической изменчивости в формировании поведения занимается ***генетика поведения*** — научное направление, развивающееся в области пересечения интересов физиологии поведения, нейроморфологии, генетики, а в последнее время и молекулярной биологии.

Для понимания генетических основ когнитивных способностей и способности к обучению у животных необходимо прежде всего рассмотреть, как обнаруживается и в чем выражается изменчивость (вариативность) поведения.

Как известно, практически любые признаки организма могут варьировать, обнаруживая ***фенотипическую изменчивость*** в пределах ***нормы реакции,*** размах которой определен генотипом.

Генетическая изменчивость особей популяции обнаруживается по огромному числу признаков, в число которых входят:

- ***альтернативные признаки*** (наличие — отсутствие признака);
- ***количественные признаки.***

Отметим, что признак — это некая характеристика организма, которая выбирается в качестве «единицы» при генетических исследованиях. Величина количественных признаков определяется большим числом пар ***аллелей,*** а вклад каждой из них определить достаточно трудно.

Изменчивость признаков поведения, связанная с варьированием аллельного состава генотипа у особей данной популяции или группы, — основной предмет генетики поведения (Эрман, Парсонс, 1984).

Роль отдельных генов в контроле поведения анализируется с помощью ***классического генетического анализа*** — метода, который используется в традиционной генетике и у *трансгенных мышей, и мышей-нокаутов — животных, генотип которых изменен с помощью методов генной инженерии.*

Помимо изменчивости в пределах характерной для данного генотипа нормы реакции и генетической изменчивости, связанной с гетерогенностью аллельного состава данной популяции, для признаков поведения характерна еще одна, *специфическая форма изменчивости.* Ее нельзя прямо отнести ни к первой, ни ко второй категории. Речь идет об изменчивости признаков поведения животных, связанной с *воздействием индивидуального опыта,* т.е. с разными формами сенситизации, привыкания, обучения, формирования представлений, подражания и т.д., иными словами, с тем, что определяется спецификой мозга, обеспечивающей все формы когнитивной деятельности. В связи с этим генетические элементы, ответственные за видоизменение поведения за счет индивидуального опыта, видимо, должны быть универсальными и соответственно иметь принципиальное сходство у животных разного уровня организации. Эксперименты, проведенные в конце 80-х и в 90-х годах XX в. на таких разных животных, как пластинчатожаберный моллюск

(аплизия), насекомое (дрозофила) и млекопитающее (домовая мышь), показали *общность механизмов изменения синоптической пластичности при обучении.* Нейронные, синаптические, а также молекулярно-генетические механизмы когнитивной деятельности животных изучены мало, но в последние годы уже появился ряд работ в этом направлении (обзоры Buhot, 1997; Lipp, Wolfer, 1998). В то же время феноменологически существование генетической изменчивости когнитивных процессов у животных проиллюстрировано достаточно подробно, и это будет показано в дальнейшем изложении.

9.2. Роль генотипа в формировании способности к рассудочной деятельности.

При тестировании элементарной рассудочной деятельности были получены многочисленные свидетельства вариативности (изменчивости) уровня выполнения этого теста среди животных одного вида. Л. В. Крушинский и его сотрудники в 60—70-е годы XX века проанализировали способность животных многих видов к экстраполяции направления движения стимула, т.е. их умение оперировать закономерностями перемещения предметов (см. гл. 4).

Сравнительные исследования поведения животных разных видов позволили сделать заключение, что уровень рассудочной деятельности тем выше, чем сложнее мозг животного (см. гл. 8). Однако для изучения физиолого-генетических основ этого феномена было необходимо исследовать животных одного вида, и наиболее подходящими объектами такой работы казались лабораторные грызуны, хорошо изученные как в физиологических, так и в генетических аспектах. Но именно у грызунов способность к экстраполяции оказалась развита слабо, в частности у лабораторных крыс и мышей она обнаруживалась далеко не всегда.

Экспериментальные данные о существовании генетических различий в способности животных к решению элементарных логических задач были получены в лаборатории Л. В. Крушинского при сравнении способности к экстраполяции у диких и доместицированных (одомашненных) форм лисицы и серой крысы. Дикие «красные» лисицы отличались высоким уровнем правильных решений теста на экстраполяцию. В то же время одомашненные черно-серебристые лисицы, в том числе и мутантные по цвету шерсти, разводившиеся в неволе в течение многих десятков поколений, выполняли этот тест с достоверно более низкими показателями, чем их дикие сородичи.

Рисунок 9.1А показывает успешность решения данного теста лисицами обеих групп. Доля правильных решений (на рисунке — высота столбиков) была выше у диких (1) лисиц, по сравнению с одомашненными (2—5). Очень высокий уровень правильных решений теста на экстраполяцию (даже при его первом предъявлении) наблюдали у прирученных диких крыс-пасюков, хотя эти показатели быстро снижались уже в течение первого опытного дня (т.е. при 6—8 предъявлениях теста). Лабораторные же крысы (линии Крушинского—Молодкиной (КМ), Wag, August и их гибриды между собой) оказались вообще неспособными к решению задачи на экстраполяцию. Доля правильных решений у них не превышала 50%-го уровня, т.е. они выбирали направление обхода ширмы чисто случайно, не руководствуясь информацией о направлении перемещения корма. В то же время гибриды первого поколения от скрещивания диких крыс с лабораторными обнаружили высокий уровень решения этой задачи, достоверно превышающий случайный уровень (Крушинский, 1986). Эти соотношения можно видеть на рис. 9.1 Б, где 1 и 2 — показатели диких крыс и их гибридов, 3—6 — соответственно крысы линий КМ,

WAG, Aug и гибридов KM x Aug.

И лабораторные крысы, и черно-серебристые лисицы, хотя и ведут свое происхождение от соответствующих диких форм, в течение многих поколений разведения в неволе не испытывали действия естественного отбора. Иными словами, в популяциях таких животных не было «выживания наиболее приспособленных», и соответственно доля животных, способных к быстрым адекватным реакциям на меняющиеся внешние условия, оказалась уменьшенной. Отражением этого можно считать снижение доли правильных решений теста на элементарную рассудочную деятельность.

Л. В. Крушинский (1986) предполагал, что в случае прекращения действия естественного отбора при размножении животных в неволе разрушаются сложные полигенные системы (или «коадаптированные комплексы»), которые в естественных условиях обеспечивают приспособление животных (через механизмы поведения) к изменяющимся и часто неблагоприятным внешним условиям.

Среди лабораторных мышей также были обнаружены генетические группы, у которых доля правильных решений задачи достоверно превышала случайную. Это были мыши с *робертсоновской транслокацией (слиянием) хромосом Rb(8,}7) llem.* В начале этого исследования способность к экстраполяции была проанализирована у значительного числа мышей с различными нарушениями кариотипа, в частности с робертсоновскими транслокациями разных хромосом. У животных с большинством таких мутаций доля правильных решений теста также не отличалась от 50%-го случайного уровня. В то же время мыши, у которых было слияние хромосом 8 и 17 (транслокации Rb(8,17)llem и Rb(8,17)6Sic; оно возникло совершенно независимо и найденно в разных лабораториях), оказались способными к экстраполяции. Рис. 9.1В показывает, что мыши со слиянием хромосом 8 и 17 (3—5) достоверно решали задачу на экстраполяцию, тогда как мыши с нормальным кариотипом (1,2) и со слиянием других хромосом (6) задачи не решали.

Мыши с этой хромосомной мутацией, в течение более 20 лет разводившиеся в нашей лаборатории, устойчиво показывали отличный от случайного уровень решения задачи на экстраполяцию. Позднее мы исследовали этот вопрос с использованием уникальной генетической модели — мышей 4 инбредных линий, которые попарно различались либо по генотипу (CBA и C57BL/6J), либо по наличию или отсутствию этой транслокации (Полетаева, 1998).

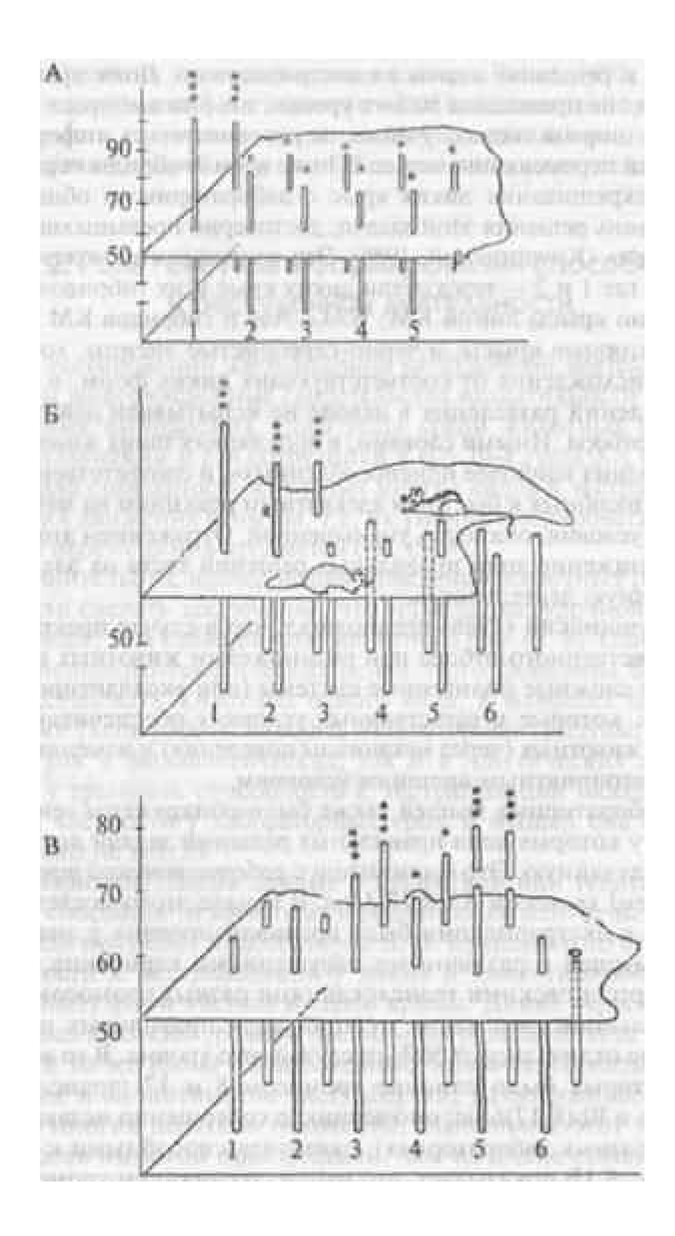


Рис. 9.1. Успешность решения теста на экстраполяцию животными разных генетических групп (пояснения в тексте).

А — решение теста лисицами; Б — крысами; В — мышами. Высота столбца соответствует доле правильных решений задачи при первом (ближний ряд) и многократных (дальний ряд) предъявлениях задачи.

Эксперименты с животными этих линий показали, что усиление способности к решению теста на экстраполяцию и другие особенности поведения, а также особенности обмена катехола-минов у этих мышей связаны именно с наличием в их кариотипе данной робертсоновской транслокации.

Возможно, что причиной, лежащей в основе этих изменений в функции ЦНС при данной хромосомной перестройке, могут быть изменения в пространственном расположении генетического материала в интерфазном ядре, возникшие как следствие слияния хромосом.

Данные по различиям способности к экстраполяции у животных, отличающихся друг от друга генетически, естественно, не стоят особняком, а являются частью огромной «базы данных», созданной к сегодняшнему дню учеными, работающими в

области *генетики поведения.*

Генетические исследования затрагивают практически все формы поведения, в том числе и способность к обучению, и способность к формированию пространственных предстаапений. Для того чтобы вкратце познакомиться с этим материалом, необходимо сначала дать краткий очерк основных методологических особенностей данного направления. Далее приводятся примеры использования генетических методов для изучения когнитивных способностей животных, а также краткое описание исследований генетических закономерностей психических способностей человека.

9.3. Методы и объекты генетики поведения.

Генетические подходы к исследованию поведения позволяют выяснить, с чем именно связана изменчивость интересующего нас признака, т.е. в какой степени она связана с изменчивостью генотипов данной группы животных, а в какой — с внешними по отношению к генотипу событиями, воздействующими на ЦНС, а следовательно, и на поведение. В таких исследованиях важную роль играет использование так называемых *генетических моделей* — групп животных, состоящих из генетически «охарактеризованных», нередко идентичных (или почти идентичных) по генотипу особей с определенными физиологическими или биохимическими особенностями. Используют, например, линейных животных — инбредные и селектированные линии. Между ***инбредными линиями*** (мышей или крыс) обнаруживаются различия по тем или иным признакам поведения. Выявление таких межлинейных различий — обычно первый этап исследования. Следующим шагом в классических исследованиях по генетике поведения бывает скрещивание животных из линий, обнаруживших контрастные значения признака, с получением гибридов и анализом расщепления признаков во втором и последующем поколениях. Наряду с этим в генетике поведения используются ***селектированные линии,*** сформированные путем искусственного отбора на высокие и низкие значения какого-либо признака поведения (в таких случаях для скрещивания **в** последовательных поколениях отбираются животные соответственно с высокими и низкими значениями интересующего исследователя признака). После выведения таких линий нередко проводится их скрещивание и анализ проявления признаков у потомства.

Данные такого ***классического генетического анализа*** делают возможным вывод и о количестве генов, которые определяют основной вклад в изменчивость изучаемого признака поведения. Тестирование поведения гибридов первого поколения дает информацию о доминантном, промежуточном или рецессивном наследовании интересующего признака. Если данный признак определяется одним, двумя или тремя генами, то это можно установить по картине его распределения у гибридов второго поколения и потомков возвратного скрещивания. Если же в определении признака участвует большее число генов, то необходимо применять ***методы генетики количественных признаков.*** Современный этап развития науки обогатил генетику поведения новыми методами. К их числу относятся:

- метод рекомбинантных инбредных линий (см.: Nesbitt, 1992);
- метод *QTL*—quantitative trait loci (Le Roy, 1999);
- создание и исследование мозаичных и химерных животных (Мак Ларен, 1979);
- создание трансгенных организмов и животных-нокаутов (см.: Jones, Mormede, 1999).

Нейрогенетика и генетика поведения сформировались в большой степени благодаря работам на *дрозофиле (Drosophila melanogester).* Это относится и к генетическому исследованию процесса развития нервной системы, и к выявлению специфических для нервной системы генов и генных комплексов, оказывающихся сходными и у дрозофилы, и у млекопитающих.

Мыши (Mus musculus) также чрезвычайно важный экспериментальный объект нейрогенетики и генетики поведения. На мышах разных линий, как инбредных, так и селектированных, исследованы генетические вариации в поведении и корреляция иногда достаточно сложных признаков поведения с изменчивостью строения некоторых отделов мозга. Мыши широко используются также для изучения нейро-биологических основ процесса обучения, причем все большую роль начинают играть исследования поведения и способности к обучению у мышей, у которых генноинженерными методами определенные гены либо выключены (мыши-нокауты), либо видоизменены (искусственные мутанты). Изучение таких животных методами генетики поведения дает также возможность моделировать целый ряд неврологических и психических заболеваний человека (эпилепсия, алкоголизм, депрессивные состояния, болезнь Альдгеймера и др. — Driscoll, 1992).

Крысы (Rattus norvegicus) также достаточно часто используются как объект генетики поведения. Мозг крысы крупнее и более удобен для хирургических манипуляций и электрофизиологических исследований. В то же время разведение крыс в количествах, необходимых для генетических исследований, стоит очень дорого. Вследствие этого, а также в связи со значительно большей изученностью генома мыши генетические исследования поведения крыс не очень многочисленны. Тем не менее именно на них были проведены многие классические работы (см.9.5).

9.4. Изменчивость поведения и выявление роли генотипа.

Традиционный вопрос, стоящий перед исследователями в области генетики поведения, — это выяснение роли генетических факторов в определении особенностей поведения.

Задачи генетики поведения:

♦ *относительная роль генетических и средовых факторов,* а также их взаимодействия при формировании поведения;

♦ *механизмы действия генов,* определяющих формирование ЦНС и экспрессирующихся в мозге;

♦ механизмы *реализации действия мутантных генов,* затрагивающих функцию ЦНС, которые могут служить моделями заболеваний нервной системы человека;

♦ *генетико-популяционные механизмы* формирования поведения и его изменений в процессе *микроэволюции.*

Вторая и третья проблемы нередко выделяются в направление, получившее название ***нейрогенетики.***

Общая задача генетики поведения — это интеграция целостного, «организменного» и молекулярно-биологического подходов для создания возможно более полной картины роли генотипа в формировании мозга, в развитии его отдельных реакций и поведения.

В настоящее время генетические исследования поведения и лежащих в его основе нейрофизиологических процессов проводятся по нескольким направлениям.

Условно обычно выделяют два основных подхода:

♦ *«от поведения* ***к*** *гену»* — это изучение отдельных признаков целостного поведения животного с последующим более детальным анализом феноменологии на уровне отдельных хромосом и генных комплексов или же единичных генов;

♦ ***«от гена к поведению»*** — это исследование функции гена (как на молекулярном, так и на физиологическом уровне) с после дующим анализом его влияния на поведение. Современная генная инженерия, стремительно развивающаяся в последние десятилетия, существенно продвинула вперед такие методы. Этот подход получил также название ***«обратной генетики».*** Методы обратной генетики позволяют прицельно изменять строение гена *(gene targeting)* или выключать из работы определенные участки генома, т.е. последовательности ДНК, кодирующие те или иные белки. Это могут быть структурные белки, которые определяют, например, строение синаптического аппарата нейронов (видоизменение или выключение белков-рецепторов нейромедиаторов), или регуляторные белки, отсутствие которых делает невозможным нормальное функционирование важных для клетки процессов (как, например, белок CREB и нарушение фосфорилирования, см. 9.5).

Выбор признаков поведения. Несомненно, что для успеха генетического исследования, например способности животного к обучению, необходимо выбрать такой поведенческий признак, который представлял бы собой естественную «единицу» той или иной формы поведения. Как уже упоминалось, в генетических исследованиях поведения наиболее часто используют линии лабораторных грызунов — крыс и мышей. Очевидно, что для проведения исследований по генетике поведения мышей и крыс следует быть основательно знакомым с их поведением. Кроме того, важно помнить, что в основе генетического подхода лежит *выявление изменчивости (вариативности) признаков.*

Суть генетического подхода состоит в оценке размаха изменчивости признака у данного вида, популяции или группы особей и в анализе происхождения этой изменчивости.

В период накопления фактов в генетике поведения внимание исследователей привлекали разные признаки, характеризующие поведение: предрасположенность к судорогам, общая возбудимость, локомоторная активность, ориентировочно-исследовательские реакции, разные аспекты репродуктивного поведения, классические и инструментальные условные реакции, чувствительность к действию фармакологических веществ. Опыт, накопленный в первый период развития генетики поведения, можно суммировать следующим образом.

Для исследования роли генотипа в формировании поведения следует выбирать:

♦ признаки, которые легко поддаются количественному учету (например, четкие видоспецифические движения — чистка шерсти или «стойки» у грызунов);

♦ признаки, которые легко измерить по степени выраженности (например, уровень локомоторной активности, измеряемый по длине пройденного животным пути за фиксированное время опыта).

Многие признаки поведения сильно зависят от ряда внешних по отношению к нервной системе факторов, например от сезона года и/ или от гормонального фона. Это вызывает дополнительные трудности при проведении генетических исследований.

Какую именно генетическую модель необходимо выбрать для исследования поведения, определяется конкретными целями и спецификой изучаемого фенотипического признака.

Роль генотипа и среды в формировании поведения. Одним из важных вопросов генетики поведения является разработка теоретической концепции и методических приемов определения относительной роли генотипа и среды в формировании признаков поведения. Этот вопрос неотделим от проблемы формирования поведения в онтогенезе, т.е. проблемы *относительной роли «природы» и «воспитания» (nature-nurture).*

Накопление информации об особенностях развития поведения животных разных видов, успехи генетики поведения и генетики развития позволили сформулировать ряд общих правил, помогающих определять относительную роль того и другого компонента в формировании конкретного поведенческого акта. Эти правила учитывают особенности поведения данного вида животных, степени жесткости или, наоборот, пластичности основных компонентов его поведения, а также иногда прямую информацию о генетическом контроле его особенностей.

В 1965 г. К. Лоренц достаточно четко сформулировал некоторые общие положения о соотношении врожденных и приобретенных компонентов в эволюционных преобразованиях поведения животных. Этому вопросу посвящена актуальная и по сей день его книга «Эволюция и модификация поведения» (Lorenz, 1965).

Лоренц предположил, что совершенствование поведения в эволюции может идти двумя путями:

- первый из них связан с повышением в репертуаре поведения «удельного веса» ***специализированных*** *и* ***жестко запрограммированных*** реакций типа врожденных завершающих актов (см. 2.11.2). При таком типе организации поведения способность к обучению в определенной степени ограничена, а спектр реакций, которые животное приобретает в результате индивидуального опыта, относительно узок;
- второй путь эволюционного совершенствования поведения — это усиление ***индивидуальной адаптации*** за счет расширения диапазона возможностей другой фазы поведенческого акта —поисковой. В этом случае врожденные реакции часто могут оказаться «замаскированными» различного рода индивидуально приобретенными наслоениями.

По представлениям Лоренца, усиление специализации поведения, наличие жестких программ поведения, пусть даже предусматривающих широкий диапазон реакций, ограничивают возможности отдельных особей в приспособлении к новым условиям. Эволюция по второму пути создает широкие возможности для индивидуального приспособления к разнообразным ситуациям.

В целом можно сказать, что эволюция поведения беспозвоночных (например, насекомых) шла в основном по пути усложнения и совершенствования фиксированных комплексов действий с жесткой внутренней программой, т.е. по первому пути. В то же время эволюция поведения позвоночных шла по пути повышения способности к быстрым адаптациям — за счет усовершенствования поискового поведения, т.е. за счет расширения возможностей осуществлять поведенческие акты по лабильной индивидуальной программе.

В начале 70-х годов XX в. эти представления развил Э. Майр, изложив их в терминах, более близких генетике. Он постулировал существование ***двух типов генетических программ — «закрытых» и «открытых».*** На основе молекулярно-генетических данных, накопленных к тому времени, Майр предположил, что онтогенетическая программа последовательной реализации наследственной информации (связанной с формированием мозга и поведения) может зависеть от

влияния внешних условий в разной степени, т.е. она может быть закрытой для их влияний или, наоборот, открытой (подробнее см.: Эрман, Парсонс, 1984).

Как известно, история биологии, и в частности биологии развития, прошла этап бурных дебатов, которые получили название *«nature-nurture controversion».* Речь шла о приоритете в поведенческих реакциях либо природных задатков организма, либо воспитания («врожденное» и «приобретенное»). В настоящее время этот спор разрешен в рамках достаточно общепризнанной **эпигенетической концепции.** (В первоначальной форме эта концепция рассматривает роль генотипа и сре-довых влияний в эмбриогенезе, однако в принципе применима и к рассмотрению природы разного типа влияний на формирование признаков поведения взрослого животного).

Суть эпигенетической концепции заключается в следующем. Формирование мозга в онтогенезе — нейрогенез — представляет собой непрерывный процесс, в ходе которого происходит взаимодействие сигналов, поступающих из внешней среды, и информации, считывающейся с генома.

В схематической форме, однако, нельзя обойтись без условного деления процесса развития на стадии. При этом последовательные стадии развития можно представить в виде схем, в которые входит ряд компонентов. Успех каждой стадии развития обеспечивается наличием следующих компонентов: фенотипа *P,* продуктов экспрессии определенных генов *G* и существованием некоторого набора внешних условий *E,* которые могут варьировать в определенных пределах:

$P1 + G1 + El \rightarrow P2 + G2 + E2 - P3$ и т.д.,

где *P1* —фенотип зиготы, *P2* — фенотип следующей стадии. При развитии нервной системы эта картина усложняется тем, что в категорию «внешних» условий попадают влияния, которые исходят от других клеточных элементов нервной системы. Общий анализ показывает, что на нейрон действуют продукты экспрессии генов, которые можно условно разделить на 4 категории в зависимости от особенностей их экспрессии:

- ♦ экспрессируются в дифференцирующихся нейронах;
- ♦ в нейронах иных групп, нежели данная;
- ♦ в глиальных клетках;
- ♦ гены, обнаруживающие свое влияние на уровне целого организма (например, гены, кодирующие белки—предшественники гормонов).

Одна из важных причин появления разногласий в определении роли врожденного и приобретенного в поведении заключалась в том, что разные исследователи ставили перед собой разные цели. Целью одних работ было изучение внешних, средовых влияний на поведение, целью других — изучение наследственных задатков или нейрофизиологических механизмов реакций организмов. Очевидно, что разные цели исследований определяли и выбор видов животных и разные формы их поведения, а это, естественно, могло вести к появлению достаточно контрастных результатов. Одна из причин таких контрастов — *разная норма реакции разных признаков поведения.*

Согласно современным представлениям, все признаки организма (в том числе и признаки поведения) генетически детерминированы, однако степень их генетической обусловленности признаков (т.е. жесткость соответствующей генетической программы) варьирует в широких пределах. В одних случаях развитие признака полностью контролируется внутренней программой, и воздействия внешних факторов в процессе онтогенеза могут изменить его лишь в очень малой

степени. В других случаях программа записана только «в общих чертах», и формирование признака подвержено разнообразным влияниям.

Степень изменчивости признака в пределах, задаваемых его генетической программой, и представляет собой, как уже говорилось выше, норму реакции.

Как и любые другие, *все признаки, характеризующие поведение, находятся под влиянием генотипа и среды.*

Каждый признак поведения формируется как результат взаимодействия этих двух источников изменчивости. В соответствии с это-логической схемой акта поведения (см. 2.11,2), можно сказать, *что* действия, относящиеся к поисковой фазе поведенческого акта, имеют широкую норму реакции, тогда как реакции типа завершающих актов — узкую.

Так, например, осуществляя поиск пищи, животное может обучиться доставать ее из ранее недоступных ему мест, используя для этого разнообразные движения. Однако умерщвление добычи оно может осуществить с помощью *достаточно жесткой, видоспецифической последовательности действий (фиксированного комплекса действий).*

Очевидно, что для четкого описания зависимости данного поведения от внешних влияний и/или от врожденных задатков необходимо искусственно выращивать животных в условиях, где внешняя стимуляция строго «дозируется». *Такие эксперименты были названы «де-привационными» (от англ. deprive — лишать).* Метод изолированного воспитания *(депривационный эксперимент)* был предложен с целью выяснить, в какой степени поведение животного может сформироваться в отсутствие привычных для данного вида внешних условий. Суть метода заключается в том, что животных выращивают в изоляции вплоть до взрослого состояния, когда можно определить, насколько спектр их поведения отличается от нормальных особей этого вида. Степень и формы депривации достаточно разнообразны, например изоляция детеныша от матери после, а иногда и до прекращения вскармливания (у млекопитающих) или изоляция от сверстников и других особей своего вида (например, выращивание певчих птиц в звукоизолирующих камерах, лишение их слуха и т.п.). В некоторых депривационных экспериментах животным создают так называемую *обедненную среду обитания:* их выращивают в очень простых клетках, лишенных большинства внешних стимулов, обычных для животных данного вида. Типичный пример обедненной среды для содержания лабораторных грызунов — обычные клетки; для *«обогащения» среды* исследователи помещают туда лесенки, тоннели, полки, предметы для манипулирования и т.д.

Вопрос о роли врожденного и приобретенного в поведении решается в настоящее время конкретно в каждом случае, применительно к анализируемой форме поведения и виду животного.

9.5. Генетические исследования способности к обучению.

Методы анализа. Как известно, *классический менделевский генетический анализ* рассматривает признаки, которые находятся под влиянием одного, двух, реже трех генов. Это так называемое моно- или дигенное (т.е. олигогенное) наследование. В подобных случаях получающиеся в результате скрещивания *фенотипы* (в нашем случае — группы животных, обнаруживающих четкие различия в поведении) разделяются на *небольшое число дискретных классов.* К категории таких «менделирующих» генов (т.е. генов, распределение которых в потомстве четко

соответствует законам Менделя) относятся, например, гены, влияющие на обмен веществ. В очень многих *случаях их плейо-тропные эффекты* затрагивают поведение.

Как известно, влияние генов на фенотипические признаки может быть и непосредственным, и опосредованным, т.е. достаточно «далеким». Например, первичная структура белка есть непосредственное отражение последовательности нуклеотидов в данном гене. Другие признаки, более сильно отдаленные от первичного действия гена, как правило, испытывают влияние других генетических элементов. Рассмотрим случай, когда признак отдален от первичного эффекта гена несколькими «ярусами» биохимических процессов. Эти биохимические процессы, как правило, влияют не только на интересующий нас признак, но и на многие другие. В подобных случаях этот ген может обнаруживать влияние не только на исследуемый признак, но и на *другие стороны строения и жизнедеятельности организма.* Это явление называется ***плейотропией.*** Описано множество генов со сложными плейотропными эффектами.

Широко известны многочисленные плейотропные эффекты ***мутации альбинизма,*** обнаруживающиеся не только у лабораторных мышей и крыс, но и многих других видов животных и даже человека. Альбинизм (отсутствие пигментации в обычно окрашенных тканях и органах) связан с дефектом биохимической системы синтеза пигмента меланина. Мутация по гену, ответственному за синтез фермента тирозиназы (у мышей — локус С), изучена достаточно подробно. У животных-альбиносов отсутствие пигмента в сетчатке ослабляет остроту зрения, вызывает нарушения развития зрительной системы — у таких животных происходит полный (а не частичный, как в норме) перекрест волокон зрительного нерва. В то же время уровень двигательной активности и ряд других особенностей поведения, не связанных со зрением, также бывают изменены.

К плейотропным эффектам следует отнести множественные отклонения от нормы в развитии мозга мышей ***при неврологических мутациях,*** например при мутации *reeler.* Мутация влияет на время формирования волокон радиальной глии (направляющих перемещение — миграцию — будущих нейронов). Аноматьное время прорастания глиальных волокон сказывается в дальнейшем на расположении нейронов в мозжечке, новой коре и гиппокампе и сопровождается многочисленными аномалиями поведения и физиологических процессов у таких мышей. Типичный плейотропный эффект гена — это последствия мутации, вызывающей у человека *фениякетоиурию.* Первичная причина этого заболевания — отсутствие или низкая активность фермента фенилаланингидроксилазы, превращающей поступающий с пищей фенила-ланин в тирозин. Если необходимый для развития тирозин возмещать соответствующей диетой, этот дефект не будет иметь последствий для общей жизнедеятельности. Однако при этом в крови таких больных *оказывается повышенным уровень фенилаланина.* В свою очередь продукты обмена этой аминокислоты попадают в разные органы и ткани, в том числе в мозг, и нарушают их развитие. Такое *вторичное* влияние мутантного гена у человека обнаруживается *в задержке развития умственных способностей,* особенностях темперамента, изменении пигментации волос.

Драматическими примерами сложных плейотропных влияний одиночных генов может служить ряд других мутаций человека. Например, синдром Леш-Нихана связан с дефектом гена, ответственного за синтез гипоксантингуанинфосфорибозилтрансферазы. При этой мутации обнаруживаются тяжелые расстройства — от подагры и заболевания почек до аномального поведения. Дети, пораженные этим заболеванием, обладают сниженным интеллектом и склонны к «самоистязанию», повреждая себе (часто необратимо)

губы и пальцы. Характерно, что они испытывают при этом страдания, поскольку болевая чувствительность у них не изменена (см.: Эрман, Парсонс, 1984; Фогель, Мотульский. 1990).

В то же время огромное большинство признаков поведения отличаются плавной, непрерывной (недискретной) изменчивостью, которая связана с работой значительного числа генов (так называемые *континуальные признаки).* В таких случаях генетическое исследование начинается с анализа «состава» изменчивости.

Специальные биометрические методы позволяют определить, какая доля общей изменчивости приходится соответственно на генетический и средовой компоненты, а также на эффекты взаимодействия генетических и средовых факторов (Мазер и Джинкс, 1985 и др.). В применении к генетическим исследованиям поведения примеры таких расчетов и пояснения к ним можно найти в руководстве Эрман и Парсонса(1984).

Селекция крыс на способность к обучению. Первый успешный эксперимент по селекции лабораторных крыс на способность к обучению был проведен американским исследователем Р. Трайоном (Tryon, 1940). Он проводил селекцию крыс на большую и меньшую успешность обучения животных в сложном лабиринте. Для получения каждого следующего поколения в скрещивание брали животных, давших самые высокие («умная» линия) и самые низкие («глупая» линия) показатели обучаемости. Критерием успешности обучения было число ошибок (заходов в тупиковые отсеки лабиринта). Созданные Трайоном линии крыс, действительно различающиеся по способности к ассоциативному обучению, продолжают существовать и исследоваться поныне. Это означает, что возникшие в результате селекции различия в поведении сохранились при последующем разведении этих животных без селекции в течение многих десятилетий (т.е. теперь уже в сотнях поколений).

Эксперимент Трайона показал, *что способность к обучению,* точнее те физиологические и/или морфологические различия в ЦНС крыс, которые обеспечивают высокую или низкую способность к обучению, имеют *генетическую основу.*

Более подробное исследование поведения и физиологии крыс трай-оновских линий продемонстрировало практически все трудности, подстерегающие исследователя на этом пути. К числу таких трудностей относится проблема выбора признака для анализа. Число ошибочных реакций как показатель научения крыс в этом эксперименте нельзя назвать удачным, поскольку на путь животного в лабиринте и на заходы его в тупики, помимо способности к обучению, могут влиять и уровень страха, и тенденция бегать около стенок и т.п. Кроме того, селекция на высокие или низкие величины какого-либо признака поведения может сопровождаться появлением различий и по другим признакам. Эти «другие» признаки могут быть причинно связанными с исходно выбранным для селекции, но могут быть результатом и случайной их ассоциации. Сходные проблемы могут обнаружиться при любом селекционном эксперименте, связанном с физиологическими признаками и поведением, и при планировании подобных исследований следует учитывать возможность получения таких результатов.

При отборе животных из небольшой исходной выборки в две «противоположные» группы могут случайно попасть особи, контрастные не только по признаку, который был целью селекции, но и по другим, с ним не связанным. Причинную связь таких ***коррелированных признаков*** *с* поведением, исходно выбранным для селекции на крайние значения, можно выявить в специальных экспериментах.

Для этого существуют два основных приема:

♦ можно проанализировать, сохраняется ли такая корреляция у гибридов второго (и последующих) поколений между представителями селектированных линий; если ассоциация сохраняется достоверно, следовательно, оба признака причинно связаны друг с другом, т.е. имеют общие физиологические механизмы (или же соответствующие гены расположены на соседних участках хромосомы); если же ассоциация случайна, то у гибридов корреляции признаков не обнаружится;

♦ можно провести селекционный эксперимент повторно: если у обоих признаков имеется общая физиологическая основа, то у новых селектированных линий корреляция появится снова, и наоборот.

Для крыс трайоновских линий повторного селекционного эксперимента не проводилось ни автором, ни последующими исследователями, но количество коррелированных признаков, выявленных при подробном сравнении их поведения, оказалось очень велико.

Тестирование трайоновских крыс в лабиринтах других конструкций показало, что исходные межлинейные различия сохраняются не всегда. Например, крысы «умной» линии (TMB — Tryon maze bright) обучались существенно лучше и в исходном 17-тупиковом лабиринте, и в более простом, 14-тупиковом. В то же время при обучении в 16- и 6-тупиковых лабиринтах показатели этой линии были не выше, чем у «тупой» линии (TMD — Tryon maze dull). В дальнейшем было показано, что TMB лучше обучались реакции активного избегания в челночной камере, где, спасаясь от удара тока крысы должны были научиться по сигналу переходить из одного отделения камеры в другое (см. гл. 3).

Более высокие показатели обучаемости крыс «умной» линии в тестах, где использовали *разные типы подкрепления* — пищевое (лабиринт) и болевое (челночная камера), — послужили основанием для вывода *о действительном существовании межлинейных различий в способности к ассоциативному обучению.*

Однако на самом деле картина межлинейных различий оказалась более сложной. Так, не в пример обучению реакции избегания тока в *челночной камере,* в тесте, когда для избегания удара тока надо было выпрыгивать из камеры, крысы «тупой» линии обучались лучше. Это может означать, что в эксперименте Трайона отбор животных производился (неосознанно, разумеется) не только на способность к обучению, но и на какие-то особенности поведения, связанные с лабиринтом данной конфигурации. В дальнейшем было обнаружено, что у TMB пищевая мотивация была выше, чем у TMD, а оборонительная — слабее и они меньше, чем «тупые», отвлекались при выполнении навыка. В то же время крысы линии TMD были более пугливы и сильнее реагировали на манипуляции дверцами лабиринта.

В настоящее время исследователи приходят к выводу, что крысы линии TMB лучше решают тесты, связанные с ориентацией в пространстве, тогда как TMD — успешнее обучаются при использовании зрительных раздражителей. Можно полагать, что отбор на разную степень успеха обучения в лабиринте способствовал формированию генотипов, у которых особенности процесса восприятия, параметры пространственной памяти, мотивация и другие феноти-пические признаки оказались в одном случае оптимальными, а в другом — субоптимальными для выполнения данной реакции.

Генетические исследования условной реакции активного избегания.

Активное избегание удара электрического тока в челночной камере (см. гл. 3)— *это четкий тест на обучаемость* у лабораторных грызунов, показатели которого легко измерить. Он достаточно унифицирован и его результаты, полученные в разных лабораториях, легко сопоставить друг с другом. Поскольку в качестве условного раздражителя можно выбрать звук, то тест позволяет включать в сравнение и животных-альбиносов, не опасаясь, что свойственная им низкая острота зрения повлияет на успешность выполнения навыка.

В начале 60-х годов на основе популяции крыс *Вистар* итальянский исследователь Дж. Биньями начал селекцию на высокую и низкую способность крыс к обучению реакции активного избегания в челночной камере. Уже через несколько лет между селектированными линиями существовали достоверные различия в обучаемости: линии были сформированы. Они получили название Римских *{Roman High Avoidance, RHA, Roman Low Avoidance, RLA).* С начала 70-х годов селекция и разведение этих крыс проводились независимо в нескольких лабораториях разных стран (Driscoll, Battig, 1982; Fernandez-Teruel et al., 1997).

Исследование крыс Римских линий с помощью практически всех существующих методик оценки поведения дало основание считать, что наиболее сильные межлинейные различия у *RHA* и *RLA* связаны с эмоциональностью и разным типом реакции крыс двух линий на стрессоры.

Эти линии тем не менее все же различаются и по способности к ассоциативному обучению как таковой.

В 70-е годы путем селекции были созданы еще две линии крыс — Сиракузские *{Syracuse High Avoidance, SHA, Syracuse Low Avoidance, SLA).* Они, как и Римские линии, достоверно различались по скорости усвоения реакции активного избегания, но (в отличие от Римских), не различались по уровню двигательной активности. Исходной популяцией для этой селекционной работы послужили крысы *Лонг-Иванс.* В настоящее время крысы хорошо обучающейся линии *SHA дают* примерно 40 реакций избегания в 60 предъявлениях теста, тогда как *SLA* — ни одной. У плохо обучающейся линии *SLA* было мало *межсигнальных реакций,* однако скорость выполнения реакций избавления (т.е. реакции на включение собственно болевого стимула — электрического тока) у них не отличалась от линии *SHA.* Иными словами, межлинейные *различия обнаруживались в «готовности» к выполнению* перехода из одной половины камеры в другую, но не затрагивали реакции на боль. В тесте *«открытого поля»* у Сиракузских, так же как у Римских линий, различался уровень возбудимости вегетативной нервной системы. Речь идет о так называемой *«эмоциональности»* крыс, которая оценивается по числу болюсов дефекации при помещении животного в новую, слегка пугающую обстановку теста «открытого поля». *SLA,* так же как и *RLA,* оказались более «эмоциональными», т.е. испуг у них был сильнее.

Возможно, что менее эффективное обучение реакции избегания, общее для линий *RLA* и *SLA,* имеет одну причину — повышеннуга пугливость этих животных, которая препятствует образованию ассоциации между условным сигналом и реакцией животного.

Различия в процессах обучения и памяти в связи с генетической изменчивостью строения мозга. В соответствии с традиционно принятой в нейрофизиологии логикой исследований функциональную роль того или иного отдела мозга в формировании поведения обычно анализировали путем оценки последствий его разрушения, а также электрической и/или фармакологической стимуляции.

К началу 70-х годов считалось установленным, что одна из функций гиппокампа

(рис. 9.2А) — мощное модулирующее влияние на процессы обучения, в частности торможение инструментальных ус-ловнорефлекторных реакций (Виноградова, 1975).

Американские исследователи Р. и Ц. Ваймеры и Т. Родерик выполнили исследование, в котором анализировалась роль генотипических особенностей в обеспечении функции гиппокампа. Способность мышей генетически гетерогенной популяции к обучению пассивной реакции избегания удара электрического тока (при однократном его применении) авторы сопоставили с общим объемом гиппокампа, который определяли после окончания экспериментов. Для этого на срезах мозга каждого животного, прошедшего тест на обучение, определили площадь, занимаемую гиппокампом, а затем в соответствии с существующими морфометрическими правилами вычислили его суммарный объем (Wimer et al., 1971).

Сопоставление результатов опытов с поведением и данными подсчетов показало, что *чем больше был размер гиппокампа, тем эффективнее данное животное обучалось* пассивному избеганию.

Коэффициенты корреляции достоверно свидетельствовали о том, что размер гиппокампа (а возможно, какого-то из его отделов) определяет особенности выполнения выученного навыка (т.е. обучения как такового). Очень важно, что такая корреляция была получена в эксперименте без применения инвазивных методов, т.е. ***без прямого нарушения целостности мозга.*** Кроме того, поскольку исследуемая популяция мышей была генетически высокогетерогенной, можно было предположить, что обнаруженная *скореллированная изменчивость обоих **признаков*** (размер гиппокампа и эффективность научения) по крайней мере частично *имела генетическую основу.*

Морфометрические исследования (т.е. количественная оценка общих размеров) ряда отделов гиппокампа у мышей и крыс разных генотипов подтвердили существование достоверных межлинейных различий. Первоначально для анализа была выбрана условная реакция избегания в челночной камере (см. 3.2.2). Индивидуальную изменчивость темпов обучения этой реакции исследователи рассматривали как зависимую переменную (см.: Lipp et al., 1989; Schwegler, Lipp, 1995). В качестве независимой взяли вариабельность *зоны окончания мшистых волокон, аксонов гранулярных клеток зубчатой фасции гиппокампа на базальных дендритах пирамидных нейронов поля СА3* (рис. 9.2А). Мшистые волокна оканчиваются в пирамидном слое поля *СА3* крупными синаптическими бляшками. Зоны их окончаний формируют два четких синаптических поля, т:е. две области проекции. Одна из них располагается непосредственно над пирамидными нейронами поля *СА3* и называется супрапирамидным слоем. Вторая, меньшая по объему, располагается ниже или внутри слоя пирамидных клеток. Эта область называется слоем интра- и инфрапирамидных мшистых волокон, *iipMF.* Избирательная окраска именно этой структуры (метод Тимма) позволяет с высокой точностью определить ее размеры. У крыс Римских линий (см. выше), резко различающихся по скорости формирования навыка избегания удара тока, была выявлена *отрицательная корреляция* между площадью проекции мшистых волокон iipMf способностью к обучению этой реакции. У мышей ряда инбредных линий, в том числе линий *DBA/2J, C3H/He* (размеры их зон проекций мшистых волокон схематически представлены на рис. 9.2Б справа), также была обнаружена сильная и высокодостоверная отрицательная (—0,92) корреляция площади iipMF показателей обучения в челночной камере. У гибридов второго поколения от скрещивания этих линий корреляция может сохраниться только в случае, если ассоциация обоих признаков неслучайна. В эксперименте индивидуальная корреляция способности к

обучению и площади *iipMF* у гибридов оказалась высокой.

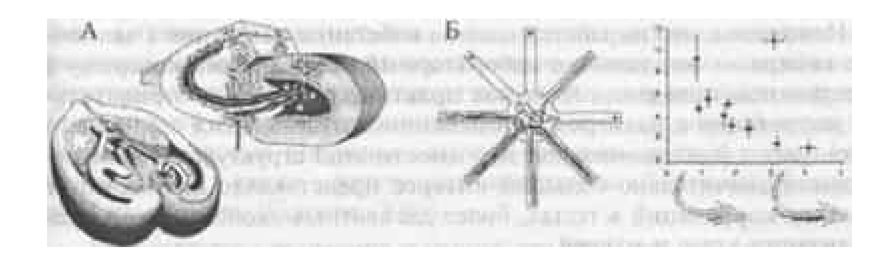


Рис. 9.2. Роль размера проекционной зоны iipMF гиппокампа мышей в формировании пространственного навыка поиска пищи в радиальном лабиринте.

А — схема строения гиппокампа; толстой стрелкой показана зона окончания *iipMF,* Б — слева: схема последовательных посещений мышью лучей радиального лабиринта, содержащих приманку, с небольшим числом повторных, ошибочных заходов; справа: график, отражающий зависимость между числом ошибочных заходов на 5-й день теста у мышей ряда инбредных линий, различающихся (нижняя схема) по относительному размеру проекции *iipMF,* который отложен по оси абсцисс графика (по: Lipp, Wolfer, 1995).

На большом и разнообразном экспериментальном материале было показано, что *крысы и мыши тем лучше обучаются данному навыку, чем меньше у них площадь iipMF.*

Напомним, что выработка навыка избегания наказания в челночной камере — это типично лабораторный тест, аналога которому в естественном поведении грызунов практически нет. Его отрицательная корреляция с размером определенного отдела мозга еще ничего не говорит о функциональной значимости этой структуры. В этом отношении значительно больший интерес представляло исследование таких же корреляций в тестах, более адекватных экологической специализации крыс и мышей.

Для выяснения *участия генотипа в формировании когнитивных способностей* животных более информативными оказались данные о *корреляции размера iipMF с успешностью формирования навыка обучения в радиальном лабиринте* (см. 3.4.2.1), которое требует формирования пространственных представлений (формирования *«мысленного плана»* лабиринта, см. 3.4). В таких экспериментах была обнаружена достоверная положительная корреляция размера *iipMF* и обучаемости мышей пространственному навыку (Schwegler, Lipp, 1995). На рис. 9.2Б слева показана схема перемещения мыши по радиальному лабиринту при решении задачи, а также график зависимости успешности выполнения навыка от размеров данной зоны синаптических окончаний. Под графиком схематически изображены размеры проекций мшистых волокон у мышей двух линий (см. выше). Выполнение теста Морриса (обучение в водном лабиринте, см. 3.4.2.2), точнее, «прочность» сформированной пространственной памяти, положительно коррелирует с размером iipMF (Schwegler, Lipp, 1995).

Тесты на способность к обучению на основе формирования представления о пространстве и о своем положении в нем животные усваивают тем успешнее, чем больше у них размер проекциимшистых волокон гранулярных клеток на базальных

дендритах пирамидных нейронов поля СА3 гиппокампа.

Были проанализированы корреляции успешности выполнения «пространственных» и непространственных тестов с размерами и других областей гиппокампа (не только с iipMF*),* однако таких фенотипических корреляций с толщиной отдельных слоев гиппокампа в его разных участках, т.е. с числом клеточных элементов и мощностью дендритных стволов пирамидных клеток, не обнаружено (Schwegler, Lipp, 1995).

Итак, обнаруженные нейроморфологические и поведенческие корреляции дают основание утверждать, что данная область синаптических окончаний (соединяющая гиппокамп с областью энторинальной коры и с новой корой) играет принципиально важную, ключевую роль в осуществлении и/или модуляции процессов обучения разных типов.

Эти результаты были получены благодаря широкому использованию в лабораторных тестах генетически охарактеризованных животных, а также применению основных методов анализа генетических различий. В настоящее время исследование когнитивных способностей животных в этом тесте является одним из ведущих подходов в оценке особенностей поведения трансгенных животных и мышей-нокаутов. Детальнее с этими вопросами можно познакомиться в работе Lipp, Wolfer (1998), а также в материалах симпозиума *«Behavioral Phenotyping of Mouse Mutants»* (Cologne, 2000).

Использование трансгенных мышей при исследовании роли генотипа в процессах обучения и памяти. Методы генной инженерии и молекулярной биологии сделали возможным получение так называемых ***трансгенных животных.*** Как говорилось выше, такие исследования — это реализация подхода «от гена к поведению». Как правило, это физиологический и биохимический анализ, а также исследование поведения искусственных мутантов, у которых был видоизменен определенный участок генома. Для их создания в геном животного (в настоящее время используются почти исключительно мыши) вводится новый генетический материал. Таким материалом может быть или участок ДНК, кодирующий измененный ген, уже имеющийся у реципиента, ген от животного другого вида (например, крысы), либо генетическая конструкция, которая выключает какой-либо из генов реципиента (см.: Льюин, 1987; Jones, Mormede, 1999).

Выделенный фрагмент ДНК вводится в геном на ранней стадии эмбрионального развития. С методами введения можно ознакомиться в специа!ьных руководствах. В результате соответствующих манипуляций формируются так называемые химерные животные. Нередко оказывается, что гомозиготные по новой мутации особи (мыши с обоими мутантными аллеями) нежизнеспособны, и ее удается поддерживать только в гетерозиготном состоянии. Однако чаще всего популяция трансгенных мышей представляет собой смесь из животных дикого типа (гомозиготных по нормальному аллелю гена), гетерозиготных особей (имеющих один нормальный и один мутантный аллель) и гомозиготных по мутантному аллелю. Генотип каждого животного можно определить методом полимеразной цепной реакции или иным методом, подвергнув анализу небольшой кусочек ткани животного (обычно для этого отрезают кончик хвоста). Иногда гомозиготные носители нового гена внешне отличаются от нормальных собратьев.

Специальные молекулярно-биологические приемы должны обеспечить достаточно надежную экспрессию новой ДНК в геноме реципиента. В противном случае введенный в геном фрагмент может сохраняться в латентном виде, не обнаруживая себя.

Наиболее часто эксперименты по получению искусственных мутантов или

животных-нокаутов проводятся с целью выяснить роль в организме того или иного белка, чаще всего обладающего ферментативной активностью, или белков-рецепторов клеточной поверхности. При работе с нейрогенами, т.е. с генами, которые экспрессируются («работают») в мозге, наибольшее число исследований проведено с выключением белков-рецепторов, избирательно связывающихся с нейромедиа-торами и другими молекулами, влияющими на режим синаптической передачи в нейронах разных структур мозга. В настоящее время насчитывается много сотен мышей-нокаутов с инактивированными генами разных функциональных групп, и их число продолжает расти.

Рассмотрим результаты наиболее известных исследований, в которых оценивали влияние выключения нейрогенов на процессы обучения и памяти.

Экспериментальные схемы обучения, которые используются для тестирования запоминания у лабораторных мышей и крыс, позволяют с большой надежностью проанализировать влияние какого-либо фактора на краткосрочную или долгосрочную память и на процесс собственно усвоения навыка. В качестве «навыка» обычно выбирают выполнение животным простой двигательной реакции или, наоборот, невыполнение (торможение) такой реакции. В целях большей четкости эксперимент строят таким образом, чтобы усвоение навыка происходило при единственном сочетании условного и безусловного раздражителей. Достаточно популярны в таких исследованиях оценка синаптической проводимости гиппокампа электрофизиологическими методами и формирования пространственного навыка в тесте Морриса.

Долговременная посттетаническая потенциация. Важным модельным объектом для изучения процесса обучения стала так называемая долговременная ***посттетаническая потенциация*** (long term potentiation, LTP).

LTP — это одно из проявлений синаптической пластичности (т.е. изменения проводимости синапсов), происходящее в результате длительной бомбардировки слоя пирамидных нейронов гиппокампа (область *CA1)* электрическим раздражением аксонов, оканчивающихся на этих нейронах (т.е. искусственным путем).

Подобные эксперименты в большинстве случаев проводятся на так называемых *переживающих срезах гиппокампа,* помещенных в специальную питательную среду, т.е. *in vitro.* В результате потенциации клетки гиппокампа начинают активно реагировать на раздражения, неэффективные до нанесения электрической стимуляции. Для этого процесса (как и для разных форм обучения) необходим целый ряд условий:

♦ активация так называемых *NMDA-рецепторов* (т.е. белковых молекул, расположенных в мембране нейронов и изменяющих ее проводимость при соединении с N-метил-D-аспартатом, — веществом, имитирующим эффект нейромедиатора);

♦ *повышение внутриклеточного уровня ионов кальция* (Ca^{2+}), что в свою очередь обеспечивается определенным каскадом событий с участием системы так называемых *вторичных посредников* (циклического аденозинмонофосфата — *C-AMP* и др.);

♦ участие ряда ключевых ферментов (протеинкиназа-С, Ca^{2+}-калмодулинзависимая протеинкиназа II — *CaMKII* и тирозинкиназа).

Течение LTP в гиппокампе мышей-нокаутов с выключенными генами, кодирующими такие белки, сильно видоизменялось, однако она полностью не исчезала. Одновременно у этих мышей было нарушено формирование

пространственного навыка в тесте Морриса.

Гистологическое исследование гиппокампа показало у них нарушения в расположении гранулярных клеток зубчатой фасции, т.е. тех нейронов, аксоны которых образуют *iipMF.*

Мыши с искусственной мутацией гена CaMKII нормально обучались навыку отыскания безопасного убежища при наличии сигнальных раздражителей, но не могли усвоить этот навык, когда для этого требовалось формирование пространственных представлений, т.е. «пространственной карты» (см. 3.4).

К тому же у них при ритмическом электрическом раздражении гиппокампа с частотой 5-10 в сек (т.е. с частотой тета-ритма, как правило, присутствующего в суммарной электрической активности гиппокампа при исследовательском поведении) LTP не наступала, в то время как при высокочастотном раздражении она развивалась нормально. В норме у мышей могут развиваться обе формы LTP.

Можно проанализировать, как сказывается на процессе обучения противоположное генетическое изменение — *«сверхэкспрессия» какого-либо гена.* Специальными приемами можно усилить работу гена не во всем мозге, а только в определенных его участках. Такие вполне жизнеспособные животные демонстрируют поразительные видоизменения поведения (Mayford et ah, 1995).

Сверхпродукция белка *NMDA-рецептора типа 2В в переднем мозге* мутантных мышей сопровождалась резким усилением способности к обучению в ряде тестов (так же как и усилением LTP).

Мутантные мыши *превосходили контрольных по усвоению навыка «застывания»* (freezing response) при тестировании после однократного применения удара электрического тока, и у них было *более прочное запоминание этой условной реакции. Обучение в тесте Морриса* у этих мышей также *было более эффективным.* Данные наблюдения позволяют сделать вывод, важный для нейрофизиологии обучения:

изменение эффективности NMDA-проводимости (и видимо, изменение интенсивности последующих процессов в нейроне) одинаково влияет на формирование разных навыков и, следовательно, представляет собой одно из универсальных звеньев в процессе обучения.

Известно, что формирование памяти — это ступенчатый процесс. На животных разного филогенетического уровня показано, что в этом процессе выделяются по меньшей мере две четкие стадии:

♦ краткосрочная память, которая не страдает от введения веществ, подавляющих синтез белка или образование молекул РНК;

♦ долгосрочная память — ее формирование может быть блокировано введением этих веществ.

Переход от краткосрочной памяти к долгосрочной — ***консолидация*** — сопровождается активацией генетического аппарата или ***экспрессией новых генов,*** которые до этого были неактивны (репрессированы).

Считается установленным, что долговременная память связана с ***изменениями в структуре синаптических белков.*** Такие изменения осуществляются в результате целого каскада событий, принципиальным моментом которых является фосфорилирование, т.е. присоединение радикала неорганического фосфата к целому ряду белков. Этот биохимический процесс напрямую связан с изменениями в синапсах при их активации, он универсален и, как говорилось выше, принципиально сходен у животных разного уровня эволюционного развития. Выключение из

каскада одного из его звеньев (путем «нокаута» соответствующего гена или, наоборот, усиления его работы) дает возможность оценить изменения в процессах собственно «следа» памяти.

Одним из наиболее известных примеров таких изменений у мышей-нокаутов является выключение гена, кодирующего белок *CREB* (Bourchaladze et al., 1994). *CREB (c-AMP response element binding protein)* относится к так называемым *факторам транскрипции,* или регуляторным белкам.

Мыши-нокауты по гену *CREB* достаточно эффективно обучались и хорошо запоминали навык в интервалах «работы» краткосрочной памяти (30 и 60 мин после сеанса обучения). Если же сохранение навыка тестировали в сроки, когда должна «работать» долгосрочная память (через 2 ч), то его воспроизведение было сильно нарушено.

Кроме этого, *долговременная потенциация* (LTP) у мышей с отсутствием гена, *кодирующего белок CREB, развивалась аномально* в тех же временных пределах. Через 2 ч после воздействия, вызывающего *LTP,* в срезах гиппокампа таких животных все ее проявления уже отсутствуют, тогда как в срезах мозга нормальных мышей сохраняются.

Совокупность данных, полученных на животных разного уровня развития, позволяет в настоящее время считать, что *экспрессия транскрипционного фактора CREB,* который активирует гены, прямо связанные с формированием памяти, и ряда других генетических элементов *является важным этапом записи следа памяти в мозге.*

9.6. Психогенетика человека и генетика поведения животных.

В этом разделе пойдет речь о том, как исследуется роль генотипа в формировании высших психических функций человека. Этот краткий очерк необходим, по нашему мнению, для того, чтобы можно было увидеть — изменчивость даже интеллекта человека имеет генетический компонент. Как между интеллектом человека и мыслительными способностями животных существуют большие различия, но существуют и черты сходства, так и в анализе генетических основ интеллекта человека можно найти не только черты различия, но и черты сходства с закономерностями наследования поведения животных.

Трудности, успехи и достижения генетики поведения животных, особенно в части исследования способности к обучению и других сложных проявлений их психики, разделяла в течение всего XX в. и генетика поведения человека — направление, которое, по мнению авторитетных специалистов, правильнее называть *психогенетикой.*

Индивидуальные особенности в проявлении любых признаков, в частности признаков, связанных с функцией ЦНС, складываются из двух главных компонентов: особенностей генотипа индивида и тех влияний, которые оказывают на него внешние условия на всех этапах онтогенеза.

О возможности передачи особенностей поведения от родителей к потомкам человеку было известно давно, причем не только из наблюдений за сельскохозяйственными и домашними животными, но и на основании «собственного опыта». Люди видели, что семейное сходство между родителями, детьми, внуками, братьями и другими родственниками обнаруживается не только во внешности и физических данных, но и в характере, темпераменте, привычках и пристрастиях,

особенностях мимики и движений, в склонности к некоторым психическим заболеваниям.

Каково же соотношение влияний среды и наследственности в формировании личности человека? Что понимать под «влиянием сре-довых условий», когда речь идет о таких сложных психологических признаках, как, например, темперамент? Как можно изучать эти сложные феномены?

На эти и на ряд других вопросов отвечает возникшее в начале XX в. и активно развивающееся в последние десятилетия направление, получившее в русской литературе название «психогенетика». Это научное направление, которое, как и генетика поведения, развивается на базе психологии, психофизиологии, генетики и биологии развития. (В 1999 г. увидел свет учебник «Психогенетика» (Равич-Щербо и др., 1999), который представляет собой не только ценнейшее учебное пособие, но и современную сводку по генетическим исследованиям психики человека. В книге даны основные сведения по общей генетике, методам психогенетики, подходам к оценке относительной роли генотипа и среды в изменчивости психологических признаков, по генетической психофизиологии и возрастным аспектам психогенетики).

В наши задачи не входит изложение основ психогенетики, мы ограничимся лишь упоминанием ее нескольких положений, которые важны в связи с проблемой генетических основ когнитивной деятельности животных.

Использование методов анализа родословных, близнецового метода и др. генетических методов позволяет определять вклад генетического и средового компонентов в изменчивость признаков, связанных с характеристикой интеллекта человека. Практически не существует достаточно общепризнанного определения понятия «интеллект». К характеристикам интеллекта некоторые исследователи относят лишь такие «компоненты высшего уровня», как способность *к решению принципиально новых задач* (т.е. тех, для которых нет готового решения), способность к формированию понятий и оперированию ими (см. 1.4). Другие толкуют это понятие расширительно и относят к показателям *интеллекта восприятие, внимание, скорость реакции* и др. Как и в генетике поведения, для психогенетики важное значение имеет выбор признака для анализа. Поскольку интеллект, по мнению большинства исследователей, предполагает наличие некоторой совокупности когнитивных способностей, для его измерения требуется использование комплексных оценок.

Основной методический подход при исследовании роли генотипа и среды в формировании когнитивных функций человека традиционно состоит **в** предъявлении испытуемым (с разной степенью родства) наборов тестов (или «вопросников»). Однако любая тестовая оценка отражает только результат некоторого процесса решения данной задачи, а пути ее решения (и психологические механизмы) могут быть совсем разными. *Поиск тестов, которые возможно более томно описывали бы интеллектуальные показатели человека— это одна из сложных проблем психологической диагностики и, как следствие, психогенетики.*

Комплексные оценки когнитивных функций человека дают некий набор показателей, интерпретация которых в большой степени зависит от теоретической платформы исследователей. Часть ученых постулирует существование так называемого ***«общего интеллекта»*** (общей латентной переменной, или фактора, который определяет показатели большинства тестов). Другие полагают, что интеллект есть ***сумма*** так называемых ***первичных умственных способностей*** — пространственной, перцептивной, вербальной, мнемической, способности к беглой речи и логическому рассуждению. Принято считать, что последние, в свою очередь,

находятся в корреляции с «общим интеллектом».

Генетические влияния отвечают примерно за 50% изменчивости признаков, характеризующих когнитивные способности (от 40 до 80% различий между людьми по когнитивным способностям объясняется различиями, связанными с генетической изменчивостью).

Приведем только один пример из этой области (табл. 9.1), который показывает, что величины коэффициентов корреляции между показателями ряда психологических тестов на «интеллект» у людей с разной степенью родства сильно различаются. Горизонтальные линии в столбце «Коэффициенты корреляции» располагаются под величинами этих индексов, полученных в разных исследованиях. Таким образом, длина такой линии характеризует разброс данных, полученных в разных работах для определенной категории родственников. Как мы видим, степень сходства в показателях этих тестов наиболее высока у монозиготных близнецов даже в случаях, когда они росли врозь. Она значительно выше, чем у всех других групп родственников. Из этой сводки также видно, что общность (или различия) средовых условий (выросшие врозь — выросшие вместе) также влияет на эти показатели не только у близнецов, но и у сибсов.

9.1. Корреляции когнитивных характеристик испытуемых с разной степенью родства и **сходства условий среды.**

(из Равич-Щербо и др., 1999; по Plomin, DeFries, 1980).

Категории			Коэффициенты корреляции: 0,00 0,10 0,20 0,30 0,40 0,50 0,60 0,70 0,80 0,90	Количество групп
Не родственники	выросшие врозь			4
	выросшие вместе			5
Приемные родители–дети				3
Родители–дети				12
Сиблинги	выросшие врозь			2
	выросшие вместе			35
Близнецы	разнополые			9
	двуяйцовые			11
	МЗ	выросшие врозь		4
		выросшие вместе		14

Одна из задач психогенетики (как и в генетике поведения) — анализ средовой «составляющей» общей изменчивости признаков, по которым судят о степени развития интеллекта человека. Показано, например, что общесемейная среда, т.е. параметры среды, одинаковые для членов каждой семьи, но варьирующие между семьями, объясняет 10— 40% межиндивидуальной изменчивости по признаку «общий интеллект».

Истинные психогенетические исследования показывают, в какой степени и с

помощью каких психофизиологических механизмов генетически детерминированные особенности личности и/или интеллектуальные способности человека (например, особенности темперамента, степень развития специальных способностей, вербальный интеллект и др.) могут быть ответственными за стиль поведения и деятельности.

В то же время сложные аспекты личности, определяющие, например, этичность или неэтичность поступков, асоциальность поведения и т.п., нельзя напрямую связывать с генотипическими особенностями данного индивида и даже с генетически детерминированными особенностями влияния на него определенных средовых факторов. Эти аспекты личности связаны с существованием человека в социуме и с действием на него негенетических социальных факторов.

Генетические, а тем более расовые или этнические особенности психики и поведения разных групп людей должны трактоваться с особенно большой осторожностью.

Генетическая психофизиология как раздел психогенетики занимается проблемами генетической обусловленности особенностей реакций нервной системы человека на внешние (или внутренние) стимулы. Речь идет об исследовании большого числа показателей работы вегетативной нервной системы, ЭКГ, ЭЭГ, кожно-гальванической реакции и др.

Многие характеристики суммарной ЭЭГ, а также вызванных потенциалов в ответ на разные внешние раздражения показывают значительную долю генетической изменчивости. Показано, например, что амплитуда потенциала лобно-теменных отделов мозга, вызванного выполнением простого действия — нажатия пальцем на кнопку, имеет *разную «структуру» изменчивости* в зависимости от того, происходит это нажатие само по себе или как отражение прогностической деятельности. Иными словами, «вклад» генетической компоненты в изменчивость амплитуды этого потенциала оказывается существенно выше в случае «осознаваемости» этого действия.

РЕЗЮМЕ.

Приведенный материал демонстрирует, с одной стороны, методологическое сходство проблем, которые стоят перед психогенетикой человека и генетикой поведения животных, а с другой — показывает, что генетические основы интеллекта (когнитивных способностей) — будь это человек или экспериментальное животное — базируются на широкой биологической основе, изучение которой может дать человеку более глубокие знания о своей природе.

Современная генетика поведения и нейрогенегика, вооруженные молекулярно-биологическими методами, *позволяют реально выявлять участие определенных* генетических *элементов в ассоциативном обучении и когнитивных процессах.*

В настоящее время существуют данные о молекулярно-гене-тических механизмах только относительно простых проявлений психики животных — ассоциативном и пространственном обучении. Однако есть экспериментальные свидетельства того, что и более сложные явления психики животных, например способность к экстраполяции, также находятся под контролем генотипа. Более детальное исследование этой проблемы — дело будущего.

1. Какими методами исследуют роль генотипа в формировании поведения?

2. Существуют ли мутации, влияющие на строение и/или биохимию мозга?

3. С какими различиями в строении мозга могут быть связаны различия в ассоциативном обучении и обучении пространственным навыкам?

Заключение.

Приведенный материал свидетельствует, что у животных действительно существуют зачатки мышления как самостоятельная форма когнитивной деятельности. Доказано, что они имеют особую природу и по своим механизмам отличаются от обучения сходным навыкам. Элементы мышления проявляются у животных в *разных* формах, и диапазон его проявлений тем шире, чем сложнее по структуре и функциям их мозг. Главная особенность мышления в том, что оно обеспечивает способность животного принимать новое адекватное решение *при первой же встрече* с необычной ситуацией.

На протяжении XX века представления о зачатках разума у животных постоянно обсуждались и пересматривались. К настоящему времени голоса скептиков звучат все слабее. Многообразие методических приемов позволило выявить тот простейший уровень рассудочной деятельности, который доступен **и** низкоорганизованным животным. Можно считать установленным, что даже они способны решать возникшие перед ними задачи только на базе ранее усвоенной сходной информации и специально сформированных навыков, тогда как у более «продвинутых» представителей млекопитающих **и** птиц диапазон ситуаций, в которых они могут проявлять эту способность, несоизмеримо более широк.

Способность рептилий, а также наиболее примитивных млекопитающих и птиц решать простейшие логические задачи имеет особое значение для проблемы возникновения мышления, т.к. свидетельствуют, что его зачатки возникли на достаточно ранних этапах эволюции.

Разнообразие форм рассудочной деятельности даже у животных, не относящихся к приматам, позволило Л. В. Крушинскому в 70-е годы высказать гипотезу о связи уровня развития вида и степени сложности свойственного ему элементарного мышления, которая предвосхитила современное развитие этого направления науки.

Одна из задач исследований элементарного мышления животных — показать, какой степени сходства достигают наиболее сложные когнитивные функции у человекообразных обезьян и человека, действительно ли между ними существует резкая грань и даже непроходимая пропасть. Современная наука заставляет ответить на этот последний вопрос отрицательно: ***в способностях антропоидов и человека отсутствует резкий разрыв и наиболее сложные психические функции человека в той или иной степени представлены у шимпанзе.***

Высокий уровень интеллектуальных способностей, проявленный при решении разного рода лабораторных тестов, реализуется и в способности антропоидов к освоению и адекватному использованию языков-посредников. Это открытие подтвердило представления Л. А. Орбели, О. Келера, Р. Йеркса, Л. С. Выготского и других о том, что на ранних этапах эволюции существовали промежуточные стадии в развитии сигнальных систем животных.

Особенно сложны проявления мышления животных в социальной жизни шимпанзе. Л. В. Крушинский еще в 60-е годы сформулировал представление о том, что высокий уровень развития рассудочной деятельности определяет характер и

сложность структуры сообществ. Новейшие данные убедительно подтвердили его правоту. Современные наблюдения сообществ шимпанзе и горилл в природе позволили обнаружить, что уровень их взаимодействий более сложен, чем это можно было предположить еще несколько десятилетий назад. В своих социальных контактах шимпанзе способны ориентироваться не только на уже состоявшиеся акты поведения сородичей, но также и на их скрытые намерения. Это подтверждает наличие у шимпанзе не только способности к самоузнаванию (еще недавно такая возможность даже не допускалась), но и умения поставить себя на место сородича, оценить его намерения (theory of mind). Шимпанзе умеют мысленно «проиграть» возможный ход событий, обмануть партнера или заставить его вести себя так, как им это нужно. Эта сфера их интеллектуальных способностей получила даже особое название — «макиавеллевский ум».

Тем не менее, сколь бы ни были высоки интеллектуальные способности антропоидов, речь может идти только о зачатках мышления, ведь никто из них не вышел за рамки возможностей 2,5-летнего ребенка.

Вместе с тем современный язык описания «социальных знаний» высших животных временами может заставить читателя заподозрить их авторов в возвращении к антропоморфизму, к простому приписыванию обезьянам человеческих свойств. Следует, однако, заметить, что логика построения современных экспериментов, а также разносторонние подходы к анализу их результатов учитывают такую «опасность»: они строятся на многократно проверенном материале объективных это-логических наблюдений и промоделированы в лабораторных условиях. Это позволяет утверждать, что обвинения в антропоморфизме неправомерны.

Примечательно, что в процессе развития исследований элементарного мышления происходило закономерное и необходимое изменение методологии. В середине XX века на смену простой констатации фактов и качественным описаниям пришел эксперимент с объективной регистрацией и скрупулезно точными количественными оценками всех параметров поведения. В конце XX века логика исследований вернула ученых к необходимости проводить не только количественный, но и качественный анализ наблюдаемых явлений, заставила учитывать результаты природных наблюдений. Большая заслуга в возвращении исследований элементарного мышления животных в «биологическое русло» принадлежит этологии, которая позволяет более надежно отличать истинно разумные акты от внешне «осмысленных» видоспецифических (инстинктивных) действий.

Представление о том, что животным доступны разумные поступки, распространено достаточно широко, и именно оно явилось одним из стимулов, побуждавших к исследованию этой проблемы. Однако при трактовке даже самых убедительных на первый взгляд свидетельств очевидцев надо помнить о необходимости применения «канона Ллойда Моргана», т.е. анализировать, не лежат ли в основе предположительно разумного акта какие-то более простые механизмы. Тем не менее пренебрегать даже случайными наблюдениями было бы неправильно. Такой точки зрения придерживается, в частности, Дж. Гудолл (1992), которая писала: «Умное» поведение шимпанзе области Гомбе наблюдали многократно. Но как часто приходится иметь дело с рассказами случайных очевидцев! И хотя я твердо уверена, что такие рассказы при их осторожной оценке могут дать многое для понимания сложного поведения шимпанзе, все равно испытываешь облегчение, когда та или иная когнитивная способность, якобы наблюдавшаяся в природных условиях, выявляется и в строгих лабораторных опытах».

В заключение приведем пример, когда наблюдение в природе послужило

стимулом к проведению экспериментов и получило в них надежное и многократное подтверждение. Вот как Л. В. Крушинский (1968) описывает эпизод, благодаря которому он обратился к исследованию мышления животных: «Хорошо помню тот давний тихий августовский вечер, когда на берегу Волги мой пойнтер сделал стойку у края кустов. Подойдя к собаке, я увидел, что почти из-под самого ее носа быстро побежал под кустами молодой тетерев. Собака не бросилась за ним, а моментально, повернувшись на 180 градусов, обежала кусты и снова встала в стойку, почти над самым тетеревом. Поведение собаки носило строго направленный и наиболее целесообразный в данной ситуации характер: уловив направление бега тетерева, собака перехватила его. Это был случай, который вполне подходил под определение разумного акта поведения, проявившегося в экстраполяции траектории движения птицы». Это и подобные наблюдения послужили Л.В. Крушинскому основой для разработки методов изучения элементарной рассудочной деятельности животных, которые составили основу этой книги. Отмеченный им факт был не случаен — об этом свидетельствуют результаты тридцати лет исследований.

Итак, чтобы глубоко понять поведение животного, тем более столь сложную его функцию, как зачатки мышления, целесообразно анализировать его как можно в более широком диапазоне ситуаций. Тенденция будущих исследований элементарного мышления животных состоит во все более тщательном анализе природы предположительно разумных актов. В этой связи ученые вновь и вновь возвращаются к вопросу о соотношении наблюдения и эксперимента в исследованиях проблемы мышления животных и на каждом следующем этапе решают его на новом уровне.

ГЛОССАРИЙ.

Аллель — одно из возможных структурных состояний гена. Аллели, распространенные в природных популяциях вида, называются аллелями дикого типа, а происходящие от них вследствие мутаций — мутантными аллелями.

Вторичные посредники — группа функционально связанных друг с другом внутриклеточных соединений, с помощью которых сигнал, полученный постсинаптической мембраной, передается внутри клетки системам, обеспечивающим ее реакцию. Система вторичных посредников участвует в передаче сигнала от постсинаптической мембраны к ядру и другим частям клетки.

Ген — функционально неделимая единица генетического материала, участок ДНК, кодирующих первичную структуру белка.

Генная инженерия — совокупность современных методических приемов, позволяющих манипулировать строением генома. Эти приемы основаны на особых свойствах нуклеиновых кислот (ДНК и РНК) и ферментов, участвующих в их синтезе. Совокупность методов генной инженерии позволяет осуществлять прицельное «вырезание» из генома определенных участков (генов), их последующее клонирование в микроорганизмах (с возможным видоизменением последовательности оснований), введение в геном другого (или того же самого) вида, а также оценку и регуляцию экспрессии этих генов. Эти методы обеспечивают искусственное целенаправленное изменение некоторых генов. В нейрогенетике исследовано значительное число таких искусственных мутантов, полученных у животных разного уровня развития (мышь, дрозофила, нематода *Caenorhabditis elegans)*. Одним из вариантов генно-инженерного изменения организмов является получение животных-нокаутов, у которых полностью выключается тот или иной ген.

Генетический анализ, классический — исследование особенностей наследования признака при скрещивании генотипов, различающихся по аллелям того или иного гена. Анализ основан на установленных Менделем закономерностях — единообразии гибридов первого поколения, расщеплении признака у гибридов второго и последующего поколений, наличии групп сцепления и др.

Генотип — генетическая (наследственная) конституция организма, совокупность наследственных задатков данной клетки или организма, включая аллели генов и характер их расположения на хромосомах; это единая система генетических элементов, взаимодействующих на разных уровнях (ал-лельные **и** неаллельные взаимодействия). Генотип контролирует формирование фенотипа, т.е. совокупности всех признаков организма. ***Геном*** — совокупность генов, характерных для гаплоидного набора хромосом данного вида. В отличие от генотипа, геном представляет собой характеристику вида, а не отдельной особи.

Гиппокамп — крупный отдел переднего мозга, который относится к так называемой старой коре и имеет слоистую структуру. В мозге птиц также имеется старая кора, но расположение этого отдела в мозге птиц отличается от его положения в мозге млекопитающих.

Изменчивость — свойство живых организмов существовать в различных формах. Фенотипическая изменчивость, т.е. реально обнаруживаемая «неодинаковость» определенных признаков или свойств организма, складывается, по существующим представлениям, из изменчивости наследственной (или генотипической) и средовой. Генотипичес-кая изменчивость обусловлена различиями в наборе генов, т.е. в строении генотипа, тогда как средовая (или мо-дификационная) изменчивость определяется реакцией данного организма на воздействия внешних условий. Пределы (или размах) средовой изменчивости определяются нормой реакции.

Инбредные линии — это специально выведенные группы родственных особей, гомозиготные по всем локусам генома, т.е. практически полностью идентичные друг другу по генотипу.

Инсайт (от англ. *insight* — «озарение») — решение задачи на основе экстренного улавливания связей между стимулами или событиями.

Инстинкт (от лат. *instinctus* — побуж-дение) — совокупность сложных наследственно обусловленных стереотипных действий, совершаемых одинаково всеми особями данного вида в ответ на внешние и внутренние раздражители для удовлетворения основных биологических потребностей. Единицами инстинктивного поведения считают фиксированные комплексы действий (ФКД, fixed action patterns) — видо-специфические (одинаковые у всех особей данного вида), генетически обусловленные, стереотипные по порядку и последовательности исполнения двигательные акты. Их называют также ви-доспецифическими (или видотипическими) формами поведения.

Интеллект человека — общая познавательная способность, определяющая готовность к усвоению и использованию знаний и опыта, а также к разумному поведению в проблемных ситуациях.

Искусственный отбор — выбор человеком (в частности, в экспериментальных целях) особей животных и растений, обладающих интересующими его признаками, с целью скрещивания и последующего получения от них потомства. При выведении линий (животных или растений) для генетических исследований отбирают особей с высокими и низкими значениями интересующего признака, формируя генотипы, контрастные по нему.

Катехоламинергическая система мозга — система нейронов мозга, в которых синаптическая передача осуществляется катехоламинами (норадрена-лином и дофамином). Блокада катехо-ламинергических синапсов веществами-блокаторами вызывает в первую очередь нарушения мотивационной и эмоциональной сферы.

Когнитивные (от лат. *cognitio* — знание), или познавательные, процессы — термин, употребляемый для обозначения тех видов поведения, в основе которых лежат не ассоциативные процессы (образование связей между стимулами и реакциями), а оперирование внутренними (мысленными) представлениями (образами). К когнитивным процессам относится ряд форм обучения (прежде всего пространственного) и памяти, а также все виды мышления или рассудочной деятельности. Существует ошибочная тенденция употреблять этот термин расширительно, как синоним любых форм высшей нервной деятельности, включая ассоциативное обучение.

Кроссмодальный **перенос** — перенос реакции (например, дифференци-ровочного условного рефлекса), сформированной с применением стимулов одной модальности (т.е., например, зрительных, слуховых, тактильных), на стимулы другой, имеющие сходные характеристики (например, частоту применения, число стимулов и т.п.). В кроссмодальном переносе участвуют не только непосредственно органы чувств, но и соответствующие отделы центральной нервной системы, анализаторы, в которые входят сенсорные (релейные) ядра, например латеральное коленчатое тело, и соответствующие (проекционные) области коры.

Межсигнальные реакции — это выполнение животным условнорефлектор-ной реакции не в ответ на условные сигналы, а в интервале между их применениями.

Мыши-нокауты — искусственные мутанты, у которых с помощью методов генной инженерии полностью выключена функция какого-либо гена. Исследование поведения и физиологических признаков таких животных может пролить свет на функции этого гена в развитии нервной системы, а также на компенсаторные возможности генома.

Мышление — это опосредованное и обобщенное отражение действительности, в основе которого лежит произвольное оперирование образами и которое дает знание о наиболее существенных свойствах, связях и отношениях объективного мира. Это наиболее сложная форма высшей нервной деятельности, по своим механизмам, функциям и приспособительному значению отличная от инстинктов и обучения. Мышление животных обычно называют элементарным или довербальным, подчеркивая, что это лишь зачатки тех сложнейших функций, которые составляют мышление человека. Именно поэтому Л. В. Крушинский для обозначения элементарного мышления животных предложил специальный термин «рассудочная деятельность».

Нейромедиаторы — низкомолекулярные соединения, участвующие в передаче возбуждения в синапсе. Описано несколько десятков нейромедиа-торов, наиболее хорошо изученными являются ацетилхолин, глутамат, нор-адреналин, дофамин, гамма-аминомас-ляная кислота, глицин и др.

Норма реакции — пределы, в которых может изменяться фенотип без изменения генотипа. Предел нормы реакции, ее «размах» у особей какого-либо вида зависят и от уровня его организации, и от экологических особенностей, **и** от особенностей изучаемого признака, а также от генотипа особи.

Обобщение — мысленное объединение предметов и явлений по их общим **и** существенным признакам.

Обучение — процесс, состоящий в появлении адаптивных изменений

индивидуального поведения в результате приобретения опыта (Thorpe, 1963).

«Открытое поле», тест, заключается в помещении животного (используется практически только для грызунов) на открытую освещенную площадку и в регистрации ряда параметров его поведения — уровня локомоторной и исследовательской активности, эмоциональной реактивности **и** т.п.

Память — способность к воспроизведению прошлого индивидуального опыта. Свойство нервной системы, выражающееся в способности длительно хранить и периодически использовать информацию о событиях внешнего мира и реакциях организма. Выделяют две формы памяти, соответствующие этапам ее формирования, — ***краткосрочную и долговременную.*** Первая характеризуется временем хранения информации от секунд до десятков минут; она разрушается воздействиями, влияющими на согласованность работы нейронов (например, электрошок или кислородное голодание). Краткосрочная память включает в себя два компонента. Это собственно краткосрочная память, которая не страдает от действия на мозг электрошока и гипоксии, и так называемая промежуточная память, которая разрушается от этих воздействий и которая, видимо, представляет собой этап в формировании долговременной памяти. Время ее хранения гораздо дольше и сопоставимо с длительностью жизни данного организма. Переход от краткосрочной памяти к долговременной называется ***консолидацией.*** Долговременная память связана с устойчивыми изменениями в синапсах. Эти изменения, в свою очередь, связаны с изменениями в биосинтезе и встраиванием в мембраны белков, от которых зависит чувствительность ее к нейромедиатору. Информация, записанная в памяти, называется «следом памяти» или «энграммой». В свою очередь долговременная память— это явление неоднородное. Она может быть ***«декларативной»*** (т.е. памятью на тексты и события) и/или ***«ико-нической»*** (памятью на сенсорные раздражения, запоминание сложных привычек и навыков). По типу запоминаемой информация память может быть ***рабочей,*** т.е. сохраняться в течение короткого времени после сеанса научения, **и** так называемой ***«референтной»,*** которая связана с запоминанием контекста и длится долго.

Плейотропия — множественные проявления действия какого-либо гена, связанные с вовлечением в реализацию его эффекта значительного числа систем.

Поведение — один из важнейших способов активного приспособления животных к многообразию условий окружающей среды. Оно обеспечивает выживание и успешное воспроизведение как отдельной особи, так и вида в целом.

Полимеразная цепная реакция — ПЦР *{PCR — polymerase chain reaction) —* метод, позволяющий за счет использования специальных ферментов и олигонуклеотидных последовательностей, специфичных для какого-либо гена, многократно увеличивать («нарабатывать») *in vitro* количество РНК, соответствующей данному гену.

Понятие — форма мышления, отражающая существенные свойства, связи и отношения предметов и явлений. Основная логическая функция понятия — выделение общего, которое достигается посредством отвлечения от всех особенностей отдельных предметов данного класса. В зависимости от типа абстракции и обобщения, лежащих в его основе, понятие может быть теоретическим или эмпирическим. Во втором случае оно фиксирует одинаковые предметы (или стимулы) в каждом отдельном классе предметов (или стимулов) на основе операции сравнения.

Посттетаническая потенциация — изменение синаптических свойств нейронной сети в результате предварительного длительного (тетанического) раздражения, выражающееся в увеличении возбудимости мембран нейронов.

Представление — форма индивидуального чувственного отражения, благодаря которой возникают образы ранее воспринятого предмета или явления. В отличие от восприятия представление объединяет единичные объекты и связывает их с понятием. Существует в виде следов памяти, а также в виде образов, созданных воображением. У человека представления опосредованы словом, осмысленны и осознаны, у животных они также могут быть не только образными, но и отвлеченными, создавая основу для образования довербальных понятий.

Разум, разумное поведение — синоним терминов «мышление» и «рассудочная деятельность». Употребляется также и в более широком смысле как альтернатива инстинкта.

Рассудочная деятельность — синоним термина «мышление», предложенный Л. В. Крушинским и обозначающий «способность животного улавливать эмпирические законы, связывающие предметы и явления внешнего мира, и оперировать этими законами в новой для него ситуации для построения программы адаптивного поведенческого акта» (Крушинский, 1986). Крушинский считал это определение рабочим. Оно, с одной стороны, подчеркивает специфику определенных актов поведения животных, их отличие от инстинктов и обучения, а с другой — четко отграничивает от высших психических функций человека.

Робертсоновская транслокация — это слияние двух акроцентрических (т.е. палочковидных) хромосом с образованием одной мета- или субметацентри-ческой. Цитогенетические исследования показывают, что заметного изменения количества генетического материала при этих транслокациях не происходит (хотя область околоцентромерного гетерохро-матина, по некоторым данным, оказывается измененной).

Символизация — установление эквивалентности между нейтральными знаками (символами) и предметами, действиями, обобщениями разного уровня и понятиями.

Символы — это знаки, связанные с представлениями, которые в отличие от конкретных форм образного мышления отображают не только непосредственные стимулы, но и довербальные понятия, возникшие благодаря операциям обобщения и абстрагирования.

Стресс-реактивность — способность организма более или менее успешно формировать реакцию на действие сильных вредящих или угрожающих раздражителей. Эта реакция вовлекает гипо-таламо-гипофиз-надпочечниковую систему и заключается в мобилизации защитных ресурсов организма.

Таксономическая группа (таксон) — группа организмов (животных и растений), связанных той или иной степенью родства, обособленных от других в той степени, чтобы им можно было присвоить ранг вида, рода, отряда, класса и т.п.

Факторы транскрипции — белковые молекулы, функция которых связываться с ДНК **и** регулировать экспрессию генов.

Фенотип — совокупность всех признаков и свойств особи, формирующихся в процессе взаимодействия ее генетической структуры (генотипа) и внешней по отношению к ней среды. Однозначного соответствия между генотипом и фенотипом нет: изменения генотипа не всегда сопровождаются изменением фенотипа, и наоборот, изменения фенотипа не обязательно связаны с изменением генотипа.

Холинолитические **препараты** — вещества, блокирующие синаптическую передачу в нейронах, где нейромедиато-ром является ацетилхолин. Ацетилхолин-ергические нейроны содержатся в большом количестве в переднем мозге, а их разрушение вызывает нарушения и обучения, и других когнитивных функций. Нарушения в холинергической системе нейронов мозга ответственны за нарушения

памяти и интеллекта при болезни Альцгеймера.

Цепные условные рефлексы — условные рефлексы, выработанные таким образом, что выполнение одного из них является условием выполнения следующего. Например, двигательный инструментальный навык у крысы формируют таким образом, что после первого выученного (инструментального) движения, например прыжка на полку, следует переход животного в другую часть камеры и нажатие на рычаг, затем еще 1—2 сходных движения, после которых животное получает подкрепление.

Цефализация (или энцефализа-ция) — увеличение отношения массы головного мозга к массе тела животного в сравнительном ряду позвоночных. Среди птиц степень цефализации наиболее высока у попугаев, врановых и сов, среди млекопитающих — у китообразных и приматов, особенно у человека.

Цитоархитектоника — клеточное строение нервной ткани, учитывающее разнообразие типов нейронов, связи между нейронами определенных групп и количественные соотношения нейронов разных типов.

Эвристические процессы — деятельность, приводящая к внезапному решению задачи.

Эмпатия — сочувствие, сопереживание, умение поставить себя на место другого, в том числе понимание знаний и намерений других индивидов.

ЛИТЕРАТУРА.

Жирным шрифтом выделены рекомендуемые литературные источники.

Адрианов О. С, Молодкина Л. И,, Ямщикова Н. Г. Ассоциативные системы мозга и экстраполяционное поведение. М.: Медицина, 1987.

***Андреева Н. Г., Обухов Д. К.* Эволюционная морфология нервной системы позвоночных. СПб., 1999.**

Бадридзе Я. К. Пищевое поведение волка. Вопросы онтогенеза. Тбилиси: Мец-ниереба, 1987.

Батуев А. С. Предисловие редактора//Физиология поведения: Нейробиологические закономерности. Руководство по физиологии. Л.: Наука, 1987. С. 3—8.

Бауер Т. Психическое развитие младенца. М.: Прогресс, 1979.

Бериташвили И. С. Память позвоночных животных, ее характеристика и происхождение. М.: Наука, 1974.

Биттерман М. Е. Эволюционное развитие условнорефлекторной деятельности//Механизмы формирования и торможения условных рефлексов. М.: Наука, 1973. С. 13-25.

***Богословская Л. С, Поляков Г. И.* Пути морфологического прогресса нервных центров у высших позвоночных. М.: Наука, 1981.**

Брушлинский А. В. Психология мышления и проблемное обучение. М: Знание, 1983.

Вагнер В. А. Биопсихология субъективная и объективная//Хрест. по

зоопсихологии сравнительной психологии. М.: Росс, психол. об-во, 1997. С. 5—15.

Вацуро Э. Г. Исследование высшей нервной деятельности антропоида (шимпанзе). М.: Изд-во АМН СССР, 1948.

Виноградова О. С. Гиппокамп и память. М.: Наука, 1975.

Войтонис Н. Ю. Предыстория интеллекта. М.;Л.: Наука, 1949.

Воробьев В. Н. Кедровка и ее связь с сибирским кедром. Новосибирск: Наука, 1982.

Воронин Л. Г. Курс лекций по высшей нервной деятельности. М.: Изд-во МГУ, 1984.

Воронин Л. Г., Дашевский Б, А., Фокина В. В. и др. Целенаправленное поведение обезьян *(Macaca mulatto),* определяемое относительной новизной экспериментальной ситуации. ДАН СССР. 1978. Т. 242. № 6. С. 1441-1444.

***Выготский Л. С.* Мышление и речь. М.: Лабиринт, 1996.**

Выготский Л. С. Предисловие к русскому изданию книги В. Келера «Исследование интеллекта человекоподобных обезьян»//Хрест. по зоопсихологии и сравнительной психологии. М.: Росс, психол. об-во, 1997. С. 208-223.

Гороховская Е. А. Этология: рождение дисциплины. СПб.: Алетей, 2001.

***Гудолл Дж.* Шимпанзе в природе: поведение. М.: Мир, 1992.**

Данилова Н. Н, Психофизиология. М.: Аспект Пресс, 1998.

***Дарвин Ч.* О выражении ощущений у человека и животных//Собр. соч. М.: Изд-во АН СССР, 1953.**

***Дарвин Ч.* Происхождение человека и половой подбор//Соч. СПб., 1896. Т. 2.**

Дашевский Б. А. Решение обезьянами задач, требующих оперирования эмпирической размерностью фигур. ДАН СССР. 1972. Т. 204. № 2. С. 496-498.

Дашевский Б. А. Физиологический анализ способности высших млекопитающих к оперированию эмпирической размерностью фигур//Автореф. дисс. М.: Изд-**во** МГУ, 1979.

Дашевский Б. А., Детлаф С. А. Дифференцирование фигур по признаку объемности у макаков-резусов//Журн. высш. нерв. деят. 1974. Т. 24. № 4. С. 860—862.

***Дембовский Я.* Психология обезьян. М.: ИЛ, 1963.**

Дерягина М. А, Манипуляционная активность приматов. М.: Изд-во МГУ, 1986.

***Дьюсбери Д.* Поведение животных: Сравнительные аспекты. ML: Мир, 1981.**

Ерахтин А. В., Портнов А. Н. Философские проблемы этологии и зоопсихологии. М.: Знание, 1984.

Зорина 3. А. Сравнительные исследования некоторых сложных форм обучения у птиц//Сравнительная физиология ВНД человека и животных. Л.: Наука, 1990. С. 21-36.

Зорина 3. А. Элементарное мышление животных и птиц//Хрест. по зоопсихологии и сравнительной психологии. М.: Росс, психол. об-во, 1997. С. 160-172.

***Зорина 3. А., Полетаева И. И.* Поведение животных. М.: Астрелль, 2000.**

Зорина 3. А., Попова И. П. Сравнение решения задачи на экстраполяцию до и после удаления старой коры у ворон//Журн. высш. нерв. деят. 1976. Т. 26. № 1. С. 127—131.

Зорина 3. А., Смирнова А. А. Количественные оценки у серых ворон: обобщение по относительному признаку «большее множество»//Журн. высш. нерв. деят. 1995. Т. 45. № 3. С. 490-499.

Зорина 3. А., Смирнова А. А. Количественная оценка серой вороной множеств, состоящих из 15—25 элементов//Журн. высш. нерв. деят. 1996. Т. 46. № 2. С. 298—301.

Зорина 3. А., Смирнова А. А. Эволюционные аспекты проблемы обобщения и абстрагирования у птиц (довербальное понятие «число»)//Соврем. концепции эволюц. генетики. Сб. трудов, поев, памяти акад. Д. К. Беляева. Новосибирск, 2000. С. 297-303.

Зорина 3. А., Смирнова А. А., Лазарева О. Ф. Умеют ли вороны «считать»?//Природа. 2001. №2. С. 72-79.

Зорина 3. А., Калинина Т. С, Маркина Н. В. Способность к обучению у ворон и голубей: формирование системы дифференцировок стимулов по цвету при нарастающем количестве подкрепления//Журн. высш. нерв. деят. 1989. Т. 39. № 4. С. 660—666.

Зорина 3. А., Калинина Т. С, *Майорова М. Е. и др.* Относительные количественные оценки у ворон и голубей при экстренном сопоставлении стимулов, ранее связанных с разными количествами подкрепления//Журн. высш. нерв. деят. 1991. Т. 41. №2. С. 306-313.

Зорина 3. А,, Крушинский Л.В. Возрастные особенности рассудочной деятельности птиц//Роль сенсорного притока в созревании функций мозга. М.: Наука, 1987. С. 194-197.

Зорина 3. А., Федотова И. Б. Роль Wulst в решении экстраполяционной задачи у вороновых птиц//Журн. высш. нерв. деят. **1981.Т. 31.** № 1.С. 185—187.

***Зорина 3. А., Полетаева И. И., Резникова Ж. И.* Основы этологии и генетики поведения. М.: Изд-во МГУ, 1999.**

Ильичев В. Д., Силаева О. Л. Говорящие птицы. М: Наука, 1990.

Келер В. Исследование интеллекта человекоподобных обезьян. М.: Комакадемия, 1930.

Конорски Ю. Интегративная активность нервной системы. М.: Мир, 1969.

Котляр Б.И. Пластичность нервной системы. М.: Изд-во МГУ, 1986.

Крутова В. И,, Старовойтов В. И., Сулимое К. Т. Собака — детектор видовых запахов в работе зоологов и криминалистов//Клуб собаководства. М.: Патриот, 1991. Вып 2. С. 3-10.

Крушинская Н. Л. Некоторые сложные пищевые формы поведения кедровок после удаления у них старой коры//Журн. эволюц. биохим. и физиол. 1966. Т. 2. № 6. С. 563-568.

Крушинская Н. Л., Дмитриева И. Л., Журовский В. Изучение экстраполяционного рефлекса у европейского бобра (*Castor fiber L.)//Журн.* высш. нерв. деят. 1980. Т. 30 № 1.С. 150-156.

КрушинскийЛ. В. Есть ли разум у животных?//Природа. 1968. № 8. С. 2—15.

***Крушинский Л. В.* Биологические основы рассудочной деятельности. М.: Изд-во МГУ, 1986.**

***Крушинский Л. В.* Избранные труды: В 2 т. М.: Наука, 1993.**

Крушинский Л. В., Доброхотова Л. П., Школьник-Яррос Е. Г. Элементарная рассудочная деятельность и морфофизиологические параллели переднего мозга птиц и млекопитающих//Журн. общ. биол. 1985. Т. 46. № 5. С. 633-644.

Крушинский Л. В., Зорина 3. А., Дашевский Б. А. Способность к оперированию эмпирической размерностью фигур у птиц семейства Corvidae/УЖурн. высш. нерв, деят. 1979. Т. 29. № 3. С. 590-597.

Крушинский Л. В., Дашевский Б. А., Крушинская И. Л. и др. Изучение сложных форм поведения дельфинов *Tursiops truncatus {Montagu)*//Журн. высш. нерв. деят. 1972. Т. 22. №4. С. 718-722.

Крушинский Л. В., *Дашевский Б. А., Зорина 3. А. и др.* Дифференцирование фигур по признаку объемности/плоскостности у вороновых птиц//Биол. науки. 1981. № 3. С. 55-59.

Крушинский Л. В., ДыбанА. П., Баранов В.С. и др. Особенности высшей нервной деятельности мышей с робертсоновской транслокацией хромосом//Журн. высш. нерв. деят. 1982. Т. 32. № 3. С. 446-454.

Крушинский Л. В., Якименко О. О., Попова Н. П. Особенности решения логических задач как один из критериев биологического возраста//Новые исследования по возрастной физиологии. 1983. № 1 (20). С. 44—48.

Кэндел Э. Клеточные механизмы обучения. М.: Мир, 1981.

Ладыгина-Котс Н. Н. У «мыслящих» лошадей: Личные впечатления в беглом освещении вопроса. М., 1914.

Ладыгина-Котс Н. Н. Исследование познавательных способностей шимпанзе. М.: Госиздат, 1923.

Ладыгина-Котс Н. Н. Дитя шимпанзе и дитя человека в их инстинктах, эмоциях, играх, привычках и выразительных движениях. М.: Изд. Гос. Дарвиновского Музея, 1935.

***Ладыгина-Котс Н. И.* Конструктивная и орудийная деятельность высших обезьян. М.: Наука, 1959.**

Ладыгина-Котс Н. Н. Послесловие к книге Я. Дембовского «Психология обезьян». М.: ИЛ, 1963. С. 285-324.

Левыкина Н. Ф. Особенности деятельности с предметами у низших обезьян// Тез. докл., 1-й съезд об-ва психологов. М., 1959. № 2.

Лексин Ю. И. Отец//Знание - сила. 1995. № 1. С. 123-135.

Леонтьев А. Н. Проблемы развития психики. М.: Наука, 1972.

Линден Ю. Обезьяны, человек и язык. М.: Мир, 1981.

Лоренц К. Человек находит друга. М.: Изд-во МГУ, 1992.

Лурия А. Р. Основы нейропсихологии. М.: Изд-во МГУ, 1973.

Льюин Б. Гены. М.: Мир, 1987.

Мазер К., Джинкс Дж. Биометрическая генетика. М.: Мир, 1985.

Мак-Ларен А. Химеры млекопитающих. М.: Мир, 1979.

***Мак-Фарленд Д.* Поведение животных. М.: Мир, 1988.**

Милюкова И. В., Молотова Н. Г. Познавательное поведение шимпанзе подросткового возраста//Журн. высш. нерв. деят. 1995. Т. 45. № 2. С. 410-416.

Милюкова И. В., Никитин В. С, Уварова И. А., Силаков В. Л. Сравнительно-

физиологическое изучение функции обобщения у приматов//Журн. эвол. физиол. и биохим. 1990. Т. 26. № 6. С. 801-810.

Маркова А. Я. Процесс элементарной абстракции у низших обезьян//Вопр. психол. 1962. № **1.**

Меннинг О. **Поведение животных: Вводный курс. М.: Мир, 1982.**

Мешкова Н. Н., Федорович Е. Ю. Ориентировочно-исследовательская деятельность, подражание и игра как психологические механизмы адаптации высших позвоночных к урбанизированной среде. М.: Аргус, 1996.

Натишвили Т. А. Роль образной памяти в эволюции поведения//Руководство по физиологии. Физиология поведения: Нейробиологические закономерности. Л.: Наука, 1987. С. 524-620.

Новоселова С. Л. Образование навыка использования палки у шимпанзе//Хрест. по зоопсихологии и сравнительной психологии. М.: Росс, психол. об-во, 1997. С. 278—283.

Обухов Д. К. Современные представления о структурно-функциональной организации конечного мозга птиц//Сотников О. С. (ред.). Морфогенез и реактивная перестройка нервной системы. Изд-во СПб. ун-та, 1999.

Орбели Л. А. Вопросы высшей нервной деятельности. М.;Л.: АН СССР, 1949.

Очинская Е. И. Изучение сложной формы поведения (реакция экстраполяции) у рыб и рептилий/Автореф. дисс. **М.,** 1971.

Очинская Е. И., Семиохина А. Ф., Рубцова Н. Б. Участие дорсальной коры переднего мозга в решении черепахами экстраполяционной задачи при первых и многократных ее предъявлениях//Журн. высш. нерв. деят. 1988. Т. 38. N° 3. С. 475—480.

Очинская Е. И., Флесс Д. А. О способности болотных черепах к точной экстраполяции траектории движения раздражителя//Сравнительная физиология ВНД человека и животных. Л.: Наука, 1990. С. 106—113.

Павлов И. П. Павловские среды. М.;Л.: Изд-во АН СССР, 1949. С. 262-263.

Павлов И. П. Лекции о работе больших полушарий головного мозга//Полн. собр. соч. М.;Л.: Изд-во АН СССР, 1952. Т. IV.

Павлов И. Л. Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности животных. М.: Наука, 1973.

Пажетнов В. С. Бурый медведь. М.: Агропромиздат, 1990.

Панов Е. Н. Знаки, символы, языки. М.: Знание, 1983.

Пиаже Ж. Избранные психологические труды. М.: Просвещение, 1969.

Плескачева М. Г., Зорина 3. А., Чебыкина Л. И. и др. Решение теста Ревеша—Крушинского крысами разных генотипов//Журн. высш. нерв. деят. 1998. Т. 48. № 1. С. 38-46.

Полетаева И. И. Генетико-физиологическое исследование поведения лабораторной мыши/Автореф. докт. дисс. М., 1998.

Полетаева И. И. Собаки Л. В. Крушинского//Природа. 1999. № 8. С. J50-155.

Прайор К. **Не рычите на собаку: О дрессировке животных и людей. М.: Селена, 1995.**

Протопопов В. П. Процессы отвлечения и обобщения (абстракции) у животных и человека//Исследование высшей нервной деятельности **в** естественном

эксперименте. Киев: Гос. мед. изд-во УССР, 1950. С. 157—176.

Психологический словарь/Ред. В. П. Зинченко, Б. Г. Мещеряков. М.: Педагогика-Пресс, 1996.

Равич-Щербо И. В., Марютина Т. А., Григоренко Е. Л. **Психогенетика. М.: Аспект Пресс, 1999.**

Резникова Ж. И. Экология, этология, эволюция. Ч. 1. Структура сообществ и коммуникация животных. Новосибирск, 1997.

Резникова Ж. И. **Интеллект и язык: Животные и человек в зеркале экспериментов. М.: Наука, 2000.**

Резникова Ж. И., Рябко Б. Я. Передача информации о количественных характеристиках объекта у муравьев//Журн. высш. нерв. деят. 1995а. Т. 45. № 3. С. 490-499.

Резникова Ж. И., Рябко Б. Я. Экспериментальное исследование способности муравьев к простейшим арифметическим операциям, основанное на теоретико-информационном подходе к изучению систем коммуникации животных. ДАН СССР. 19956. Т. 343. № 3. С. 420-422.

Рогинский Г. 3. Навыки и зачатки интеллектуальных действий у антропоидов (шимпанзе). Л.: Наука, 1948. 204 с.

Романова/!. Г., Калмыкова Л. Г. Наследование патологических форм поведения и некоторых психических болезней//Руководство по физиологии. Физиол. генетика и генетика поведения. Л.: Наука, 1981. С. 219—280.

Рубинштейн С. Л. О мышлении и путях его исследования. М.: Изд-во АН СССР, 1958.

Рэфф Р., Коффмен Т. Эмбрионы, гены и эволюция. М.: Мир, 1986.

Садовникова-Кольцова М. П. Генетический анализ психических способностей крыс//Журн. экспер. биол. мед. 1925. № I.

Семиохина А. Ф., Забелин С. И. Зависимость способности к экстраполяции от уровня возбудимости мозга//Журн. высш. нерв. деят. 1978. Т. 29. № 1. С. 88—93.

Сеченов И. М. Элементы мысли//Избр. труды. М.: Изд-во ВИЭМ, 1935.

Симонов П. В. Что изучает «физиология высшей нервной деятельности»?// Росс, физиол. журн. 2000. Т. 86. № 2. С. 219-220.

Соколов Е. Н. Психофизиология научения: Курс лекций. М.: 1997

Солсо Р. Л. Когнитивная психология. М.: Тривола, 1996.

Стародубцев Ю. Д. Способность дельфинов афалин к обобщению//Морские млекопитающие Голарктики. Архангельск, 2000. С. 367-371.

Сулимое К. Т. Кинологическая идентификация индивидуума по обонятельным сигналам/Автореф. канд. дисс. М., 1995.

Тихомиров О. К. Психология мышления. М.: Изд-во МГУ, 1984.

Толмен Э. Когнитивные карты у крыс и человека//Хрест. по зоопсихологии и сравнительной психологии. М.: Росс, психол. об-во, 1997. С. 172-184.

Трут Л. Н. Проблема дестабилизирующего отбора в развитии//Современные концепции эволюционной генетики. Новосибирск: ИЦиГ, 2000. С. 7—21.

Уланова Л. И. Формирование у обезьян условных знаков, выражающих потребность в пище//Исследование высшей нервной деятельности в естественном

эксперименте. Киев: Гос. мед. изд-во УССР, 1950. С. 132—154.

Фабри К. Э. Основы зоопсихологии. М.: Изд-во МГУ, 1976. (2-е изд., 1993).

Фабри К. Э. Орудийные действия животных. М.: Знание, 1980.

Фирсов Л. А. Память у антропоидов: Физиологический анализ. Л.: Наука, 1972.

Фирсов Л. А. Поведение антропоидов в природных условиях. Л.: Наука, 1977.

Фирсов Л. А. И. П. Павлов и экспериментальная приматология. Л.: Наука, 1982.

ФирсовЛ. А. Довербальный язык обезьян//Журн. эвол. биохим. и физиол. 1983. Т. 19. №4. С. 381-389.

Фирсов Л. А. Высшая нервная деятельность человекообразных обезьян и проблема антропогенеза//Руководство по физиологии. Физиология поведения: Нейробиол. закономерности. Л.: Наука, 1987. С. 639—711.

Фирсов Л. А. По следам Маугли//Язык в океане языков. Новосибирск: Сибирский хронограф, 1993. С. 44—59.

Флесс Д. А. Экспериментальный и фармакологический анализ механизмов реакции экстраполяции//Биол. и мед. кибернетика. Ч. 2. Физиол. кибернетика. М., 1974. С. 164-171.

Флесс Д. А. Сравнительное изучение условного рефлекса на пространственное соотношение у животных//Механизмы адаптивного поведения. Л.: Наука, 1986. С. 86-95.

Флесс Д. А., Стародубцев Ю. Д., Крушинский Л. В. Исследование рассудочной деятельности (реакция экстраполяции) удельфинов-афалин. ДАН СССР. 1987. Т. 293. №5. С. 1269-1273.

Флесс Д. А., Стародубцев Ю. Д., Стародубцева Е. М. О способности дельфинов афалин к обобщению по относительному признаку//Журн. высш. нерв. деят. 1990. Т. 40. № 1.С. 44-50.

Флуранс П. Об инстинкте и уме животных. СПб., 1900.

Фогель Ф., Мотульский А. Генетика человека: В 3 т. М.: Мир, 1989.

Фосси Д. Гориллы в тумане. М.: Мир, 1990.

***Хайнд Р.* Поведение животных. М.: Мир, 1975.**

ХильченкоА. Е. Исследование высшей нервной деятельности антропоидов (шимпанзе)//Вопр. физиол. АН УССР. 1953. № **4.** С. ??.

Хрестоматия по зоопсихологии и сравнительной психологии: Уч. пособие/Ред. Н. Н. Мешкова, Е. Ю. Федорович. М.: Росс, психол. об-во, 1997.

Шаллер Дж. Год под знаком гориллы. М.: Мир, 1968.

Шеперд Г. Нейробиология. М.: Мир, 1987.

Штодин М. 77. Материалы к вопросу о высшей нервной деятельности человекообразных обезьян (шимпанзе)//Тр. Ин-та эволюц. физиол. и патологии ВИД им. И. П. Павлова. Л.: Изд. АН СССР. 1947. Т. 11. С. 171-183.

Эккерт Ф., РэнделаД., Огастин Дж. Физиология животных: Механизмы и адаптация. М.: Мир, 1991.

ЭльконинД. Б. Теории игры//Хрест. по зоопсихологии и сравнительной психологии. ML Росс, психол. об-во. 1997. С. 290-304.

Эрман Д., Парсонс 77. Генетика поведения и эволюция. М.: Мир, 1984.

Этология человека на пороге 21 века: новые данные и старые проблемы/Ред. М. Л. Бутовская. М.: Старый Сад, 1999.

Ярошевский М. Г. История психологии от античности до середины XX века. М.: Академия, 1997.

Balda R. P., Kami! A. C. Long-term spatial memory in Clark's nutcracker, *Nucifraga columbiana//Anim.* behav. 1992. V. 44. P. 761-769.

Bard K. A., Fragaszy D., Visalberghi E. Acquisition and comprehension of a tool-using behavior by young chimpanzees *(Pan troglodytes):* Effects of age and modelling//Int. J. Сотр. Psychol. 1995. V. 8. № 2. P. 47-68.

****Basil J. A.* Differences in hippocampal volume among food storing species//Brain. Behav. Evol. 1995.

Behavioral Phenotyping of Mouse Mutants, Symposium, 17—19 Febr., 1999. Cologne.

Bhatt R. S., Wasserman E. A. Secondary generalization and categorization in pigeons// J. of the Experim. Analysis of Behav. 1989. V. 52. № 3. P. 213-224.

Bingman V. P.Jones T.-J.,Strasser R.et al.Homing pigeons, hippocampus and spatial cognition//Alleva E.et al.(eds) Behavioural Brain Reasearch in Naturalistic and Semi-Naturalistic Settings. NATO AST Series, Series D: Behavioural and Social Sciences/Dordrecht-Boston-London: Kluver Academic Publishers. 1995. V. 82. P. 207-224.

Bitterman M. N. Phyletic differences in learning//Amer. Psychol. 1965. V. 20. P. 396-410.

Boysen S. T. Counting in chimpanzees: Nonhuman princi pies and emergent properties of number//Boysen S.T.and Capaldi E.J. (eds.) The Development of Numerical Competence: Animal and Human Models. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Ass. 1993. P. 39-61.

Boysen S. T., Berntson G. G. Numerical competence in a chimpanzee *{Pan troglodytes)//],* of Compar. Psychol. V. 103. No. 1. P. 23-31.

Boysen S. T., Berntson G. G. Responses to quantity: perceptual versus cognitive mechanisms in chimpanzees *(Pan troglodytes)//).* Exp. Psychol. Anim. Behav. Process. 1995. V. 21. No. 1. P. 82.

Boysen S. T., Berntson G. G, Shreyer T. A., Quigley K. S.. Processing of ordinality and transitivity by chimpanzees *(Pan troglodytes).* J. Сотр. Psychol. 1993. V. 107, No. 2. P. 208-215.

Boysen S. T., Berntson G. G., Hannan M. B., CacioppoJ.. Quantity-based interference and symbolic representations in chimpanzees *(Pan troglodytes)*//Exp. Psychol.: Anim. Behav. Process. 1996. V. 22. No. 1. P. 76-86.

Brannon E. M., Terrace H. S. Ordering of the numerosities 1 to 9 by monkeys//Science. 1998. V. 282. No. 10. P. 746-749.

Breland K., Breland M. The misbehavior of organisms//Amer. Psychol. 1961. V. 16. P. 661-664.

Buhot M.-C. Serotonin receptors in cognitive behaviors//Curr. Opin. in Neurobiology.1997.V.7.P. 243-256.

Byrne R. W. The Thinking Ape. Evolutionary Origins of Intelligence//Oxford: Oxford Univ. Press, 1998.

Byrne R. W., Whiten A. Machiavellian Intelligence: Social Expertise and the Evolution of Intellect in Monkeys, Apes, and Humans//Oxford: Claredon Press, 1988.

Clayton N. S., Krebs J. R. Memory for spatial and object-specific cues in food-storing and non-storing birds//J. Cотр. Physiol. 1994. A174. P. 371-379

Clayton N. S., Krebs J. R. Lateralization in memory and the avian hippocampus in food-storing birds//In: E.Alleva et al.(eds). Behavioural Brain Reasearch in Naturalistic and Semi-Naturalistic Settings. NATO AS I Series, Series D: Behavioural and Social Sciences/Dordrecht-Boston-London: Kluver Academic Publishers. 1995. V. 82. P. 139-158.

Clayton N. S., Dickinson A. D. Scrub jays *(Aphelocoma coerulescens)* remember when as well as where and what food items they cached//J. Cотр. Psychol. 1999. V. 113. P. 403-416.

Clayton N. S., Griffiths D. P., Dickinson A. D. Declarative and episodic-like memory in animals: Personal musings of a scrab jays//The Evolution of Cognition, C. Heyes? L.Huber (eds)/The Vienna Series in Theor. Biol. A Bradford Book, The MIT Press. 2000. P. 401-416.

Crush W. E. An introduction to quantitative genetics//ln: Neurobehavioral Genetics. Methods and applications. Jones B., Mormede P. (eds.)/Boca Raton: CRC Press, 1999, P. 13-30.

D'Amato M. R., Salmon D. P., Colombo M. Extent and limits of the matching concept in monkeys *(Cebus apella)//].* Exp. Psychol.: Anim. Behav. Process. 1985. V. 11. P. 35.

Davis H. Life beyond Clever Hans//The Development of Numerical Competence: Animal and Human Models, Boysen S. T.and Capaldi E. J. (eds.)/Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum Ass., 1993. P. 109-127.

Davis H., Perusse R. Numerical competence in animals: definitional issues, current evidence, and a new research agenda//Behav. Brain Sci. 1988. V. 11. P. 561—615.

Dehaene S The number sense//Oxford: Univ. Press. 1997

Delius J. D., Habers G. Symmetry: can pigeons conceptualize it?//Behav. Biol. 1978. V. 22. P. 336-342.

Delius J. D., Jitsumori M., Siemann M. Stimulus equivalencies through discrimination reversal//The Evolution of Cognition/Heyes C, Huber L. (eds). The Vienna Series in Theor. Biol. A Bradford Book, The MIT Press. 2000. P. 103-123.

Driscoll P. (ed.) Genetically Defined Animal Models of Neurobehavioral Disfunctions. Boston, Basel, Berlin, 1992.

Driscoll P., Battig K. Behavioral, emoional and neurochemical profiles of rats selected for extreme differences in active two-way avoidance performance. In: Genetics of the Brain, Lieblich I., (ed.)/Amsterdam: Elsevier, 1982. P. 95-123.

Dunbar R. I. M. Causal Reasoning, mental rehearsal, and the Evolution of primate cognition //hr.The Evolution of Cognition/Heyes C, Huber L. (eds)/The Vienna Series in Theor. Biol.. Bradford Book, The MIT Press, 2000. P. 205-221.

Epstein, R. The spontaneous interconnection of four repertoire in a pigeon *(Columba livid)//].* Cотр. Psychol. 1987. V. 104, No. 2. P. 197-201.

Epstein R., Kirshmit C. E., Lauza R. P., Rubin L. C «Insight» in the pigeon: antecedents and determinants of an intelligent performance//Nature. 1984. V. 308. No. 5954. P.61-62.

Fernandez-TeruelA., Escoriela R. M., Castellano B. et al. Neonatal handling and environment enrichment effects on emotionality, novelty/reward seeking, and age-related cognitive and hippocampal impairments: focus on the Roman rat lines.Beh.Genet., 1997. V.27. P. 513-526.

Ferster C. B. Arithmetic behavior in chimpanzees//Sci. American. 1964. V. 210. P. 98-106.

Fouts R. S. Communication with chimpanzees//Hominization and behavior. Kurth G., Eibl-Eibesfeldt I. (eds.) / Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1975. P. 137-158.

Fouts R. S., Fouts D. H., Schoenfeldt D. Sign language conversational interaction between chimpanzees//Sign Language Studies 1984. V.42. P. 1 — 12.

Fouts R. S., Fouts D. H. Loulis in conversation with cross-fostered chimpanzees// Teaching Sign Language to Chimpanzees,.Gardner R. A, Gardner B. T., Van Canfort T. E (eds.). /Albany: State Univ. of N.-Y. Press, 1989.

Fuller J. L., Thompson W. R. Behavior Genetics. John Wiley & Sons, N.-Y., 1960.

Gallistel C R. The Organization of Learning//Cambridge, MA.: MIT Press, 1990.

Gallup G. G. Jr. Chimpanzees: Self-recognition//Science. 1970. V. 167. P. 86-87.

Gallup G. G. Jr Self awareness and the emergence of mind in primates//Amer. J. Of Primatol. 1982. V. 2. N. 2. P. 237-248.

Gallup G. G. Jr Self-recognition: research strategies and experimental design//Self-Awareness in Animals and Humans/ Developmental perspectives. PerkerS.T., Mitchell R. W., Boccia M. L. (eds)/Cambridge Univ. Press, 1994. P. 35-50.

Garcia J., Kovner R., Green K. F. Cue properties versus palatability of flavours in avoidance learning. Psyhconomic ScL, 1970. V. 20. P. 313-314.

Gardner R. A., Gardner B. T. Teaching sign language to a chimpanzee//Science. 1969. V. 165. P. 664-672.

Gardner B. T., Gardner R. A. Signs of intelligence in cross-fostered chimpanzees// Phil. Trans. R. Soc. 1985. London. B308. P. 159-176.

Gelman R., Gallistel C R. The Child's Understanding of Number/Cambridge, MA: Harward Univ. Press, 1978.

Gillan D. J. Reasoning in the chimpanzee: II Transitive inference//.!. Exptl. Psychol. Animal. Behav. Processes. 1981. V. 7. No. 2. P. 150-164.

Gillan D. J., Premack D., Woodruff G. Reasoning in the chimpanzee: I. Analogical reasoning//! Exptl. Psychol. Animal. Behav. Processes. 1981. V. 7. No. 1. P. 1-17.

Goldovitz D., Wahlsten D., Winter R.E. (eds) Techniques for the Genetic Analysis of Brain and behavior: Focus on the Mouse. Elsevier, 1992

Griffin D. R. Animal Thinking//Cambridge: Harvard Univ. Press, 1984

Harlow H. F. The formation of learning set//Psychol. Rev. 1949. V. 56. P. 51-65.

Harlow H. F. The evolution of learning//Behavior and Evolution. Roe A., Simpson G. G. (eds.)/New Haven: Yale Univ. Press, 1958. P. 269-290.

Hay D. A. Essentials of Behavior Genetics//Melbourne: 1985.

Hayes K,, Hayes C. The intellectual development of a home-raised chimpanzee//Proc. Am. Phil. Soc. 1951. V. 95. P. 105-109.

Herman L.M. Cognition and language competencies of bottlenosed dolphins//Dolphin Cognition and Behavior: A comparative approach. Hillsdale, N.-Y., 1986.

Herrnstein R. J. Levels of stimulus control//Cognition. 1990. V. 37. P. 133-166.

Herrnstein R. J. Objects, categories, and discriminative stimuli//Animal Cognition./ Eds. H. L. Roitblatt,T. C Bever, H. S. Terrace. Hillsdale, N.-Y.: Erlbaum, 1984. P. 233-261.

Herrnstein R. J., Loveland D. H. Complex visual concept in the pigeons//Science. 1964. V. 146. No. 3645. P. 549-551.

Herrnstein R. J., Vaughan W., Mumford D. B., et al. Teaching pigeons an abstract relational rule: lnsideness//Perception and Psychophysics. 1989. V. 46. P. 56-64.

Hodos W., Campbell C. B. G. Scala Natura: Why there is no theory in comparative psychology?//Psychol. Rev. 1969. V. 76. P. 337-350.

Hopkins W. D.,Morris R. B., Savage-Rumbaugh E. S. et al. Hemispheric priming by meaningful and nonmeaningful symbols in language-trained chimpanzees *(Pan troglodytes):* further evidence of a left hemisphere advantage//Behav. Neurosci. 1992. V. 106. No. 3. P. 575-582.

Hunt G. R. Manufacture and use of hook-tools by New Caledonian crows//Nature. 1996. V. 379. P. 249-251.

Hunter W. S. The delayed reaction in animals and children//Behav. Monogr. 1913. V. 2. P. 1-86.

***Immelman K.* Introduction to Ethology//N.-Y.-London: Plenum Press. 1980.**

Jarrard L. E. On the role of the hippocampus in learning and memory in the rat// Behav. neural bid. 1993. V. 60. P. 9~26.

Jerison H. J. Animal intelligence and encephalization//Phil. Trans. Roy. Soc. L. 1985. V. 308. P. 21-35.

Jones T., Kamil A. C. Tool-making and tool-using in the Northern blue jay//Science 1973. V. 180. No. 4090. P. 1076-1078.

Jones B., Mormede P. (eds) Neurobehavioral Genetics. Methods and applications// Boca Raton: CRC Press, 1999.

Kamil A. C. A synthetic approach to the study of animal intelligence//Comparative Perspectives in Modern Psychology: Nebraska Symposium on Motivation, 35. Lincoln, Nebraska: Univ. of Nebraska Press, 1988. P. 230-257.

Karten H. J. Homology and evolutionary origins of the neocortex//Brain Behav. Evol. 1991. V. 38. P. 264-272.

Kellog WN., Kellog L. A. The ape and the child//N.-Y.: McGraw-Hill. 1933.

Koehler O. Thinking without words//Proceedings of the 14th Int. Congr. of Zoology. 1953, Copengagen. 1956. P. 75-88.

Le Roy I. Quantitative trait loci (QTL) mapping//In: (Jones B., Mormede P., eds.) Neurobehavioral Genetics. Methods and applications/CRC Press, Boca Raton, 1999. P. 69—76.

Lipp H.-P.,Pleskacheva M. G.,Gossweiler H, ET at. The large outdoor radial maze for comparative studies in birds and mammals//Neurosci. Biobehav. Rev. 2001. (в печати).

Lipp H.-P.,Schwegler H., Crush W. E. et al. Using genetically-defined rodent strains for the identification of hippocampal traits relevant for two-way avoidance learning: a non-invasive approach//Experientia. 1989. V. 45. P. 45—53.

Lipp H.-P., Wolfer D. P. Genetically modified mice and cognition//Curr.Opin.Neurobiol. 1998. V. 8. P. 272-280.

Lipp H.-P., Wolfer D. P. Natural genetic variation of hippocampal structures and behavior//Neurobehavioral Genetics. Methods and Applications. Jones B., Mormede P., (eds.)/Boca Raton: CRC Press. 1999. P. 217-236.

***Lorenz K.* Evolution and Modification of Behavior. L., 1966**

Mackintosh, N. J. Approaches to the study of animal intelligence//British J. Psycho'. 1988. V. 79. P. 509-525.

Mackintosh N. J. Abstraction and discrimination//In The Evolution of Cognition/ Heyes C, Huber L. (eds), The Vienna Series in Theor. Biol. A Bradford Book, The MIT Press. 2000. P. 123-143.

Mater N.R. T. Reasoning in white rats//Comp. Psychol. Monographs. V. 6. 1929. P. 1-93.

***Manning** A., **Dawkins** M. S.* **An Introduction to Animal Behaviour//Press Syndicate, Univ. of Cambridge. 1998.**

Marino L., Reiss D., Gallup G. G. Mirror self-recognition in bottlenose dolphins: implication for comparative investigations of highly dissimilar species//ln: S. T. Parker, R. W. Mitchell, M. L. Boccia (eds.) Self-awareness in Animals and Humans. Developmental Perspectives/Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1994. P. 380-391.

Mason W. A. Primate social intelligence: contributions from the laboratory//Animal Mind-Human Mind. Griffin D. R. (ed)/Berlin: Spr. Verl., 1982. P. 131.

Matsuzawa T. Use of number by a chimpanzee//Nature. 1985. V. 315. P. 57-59.

Matsuzawa T., Asano T., Kubota K., Murofushi K. Asquisition and generalization of numerical labeling by a chimpanzee//In: Current perspectives in primate social dynamics/ Eds. D. M. Taub, F. A. King. N.-Y.: Van Nostrand, 1986. P. 416-430.

Mayford M., Abel T., Kandel E. R. Transgenic approaches to cognition//Current Opinion in Neurobiology.1995. V. 5. P. 141-148.

Menzel E. W., Savage-Rumbaugh E. S., Lawson J. Chimpanzee *(Pan troglodites)* spatial problem solving with the use of mirrors and televised equivalents of mirrors// J. Сотр. Psychol. 1985. V. 99. P. 211-217. См. гл. 7.

Miles L. N. Apes and language: The search for communicative competence.//Lan-guage in Primates: Perspectives and Implications/Luce J.de, Wilder H. T. (eds.)/N.-Y.: Springer, 1983. P. 25-43.

Mitani J. C, Brandt K. L. Social factors influence the acoustic variability in the longdistance calls of male chimpanzee//Ethology. 1994. V. 96. P. 233-252.

Morris R. G. M. Development of a water-maze procedure for studying spatial learning in the rat//J. Neurosci. Methods. 1984. V. 11. P. 47-60.

Murofushi K. Numerical matching behavior by chimpanzee (Pan troglodites): Sub-itizing and analogue magnitude estimation//Japan. Psychol. Research. 1997. V. 39. № 3. P. 140-153.

Nadel L. The psychobiology of spatial behavior: the hippocampal formation and spatial mapping//Behavioral Brain Reasearch in Naturalistic and Semi-Naturalistic Settings. Alleva E. et al.(eds)/NATO ASI Series, Series D: Behav. and Soc. Sc. Dordrecht, Boston, London: Kluver Academic Publishers, 1995. Vol. 82. P. 245-258.

Nesbin M. N. The value of recombinant inbred strains in the genetic analysis of behavior//ln: Techniques for the Genetic Analysis of Brain and Behavior: Focus on the Mouse. Goldovitz D., Wahlsten D., Wimer R. E. (eds)/Elsevier, 1992. P. 141-146.

O'Keefe J.,Nadel X.The Hippocampus as aCognitive Map//Oxford: Oxford Univ. Press, 1974.

Olton D. S. Spatial memory//Sci. Am. 1977. V. 236. P. 82-98.

Oden D. L., Thompson R. K., Premack D. Spontaneous transfer of matching by infant chimpanzeez *(Pan troglodytes)//].* Exptl. Psychol. Anim. Behav. Proc. 1988. V. 14. No. 2.

P. 140-145.

Pack A. A., Herman L. M., Roitblat H. L. Generalization of visual matching and delayed matching by a California sea lion *(Zalophus californianus)//*Animal Learning and Behav. 1991. V. 19. No. 1. P. 37-48.

Papi F. Recent experiments on pigeon navigation//Behavioral Brain Reasearch in Naturalistic and Semi-Naturalistic Settings. Alleva E. et al.(eds)/NATO ASI Series, Series D: Behav. and Soc. Sc. Dordrecht, Boston, London: Kluver Academic Publishers, 1995. V. 82. P. 225-238.

Passingham R. E. Primate specializations in brain and intelligence//Symp. Zool. Soc. London. 1981. V.46. P. 361-188.

Patterson F. G. Linguistic capabilities of a lowland gorilla//ln: F. C. C. Peng (Ed.), Sign Language and Language Acquisition in Man and Ape/Boulder, CO: Westview Press,. 1978. P. 161-201.

Pearce J. M. Animal Learning and Cognition: an Introduction//Psychol. Press Ltd., 1998.

Pepperberg I. M. Functional vocalizations by an african grey parrot *(Psittacus erith-*ac«s)//ZeitschriftfurTierpsychol. 1981. V. 55. P. 139-160.

Pepperberg I. M. Acquisition of the same/different concept by an african grey parrot *(Psittacus erithacus):* Learning with respect to categories of color, shape, and material// Anim. Learn. Behav. 1987a. V. 15(4). P. 423-432.

Pepperberg I. M. Evidence for conceptual abilities in the African Grey parrot *(Psittacus erithacus):* Labeling of cardinal sets//Ethology. 1987b. V. 75. P. 37—61.

Pepperberg I. M. Numerical competence in an African grey parrot *(Psittacus erithacus)//].* Сотр. Psychol. 1994. V. 108. P. 36-44.

Pepperberg I. M., Garcia S. E., Jackson E. C, et al. Mirror use by African Grey parrot *(Psittacuserithacus)//].* Сотр. Psychol. 1995. V. 109. P. 182-195.

Pepperberg I. M. Categorical class formation by an African grey parrot *(Psittacus erithacus)//*Stimulus class formation in humans and animals. Zentall T. R., Smeets P. M., (eds.)/Amsterdam: Elsevier,1996. P. 71-90.

Plomin R., DeFries J. C Modern genetics and intelligence: recent data//Intelligence. 1980. V. 4. P. 15-24.

Portmann A. Etudes sur la cerebralisation chez les oiseaux//Alauda. 1946. No. 14. P. 1 — 15; 1947. No. 15. P. 161-171.

Povinelli D.J. Failure to find self-recognition in Asian elephants *(Elephants maximus)* in contrast of their use of mirror cues to discover hidden food//J. of Сотр. Psychol. 1989. V. 103.2. P. 122-131.

Povinelli D. J., Parks K. A., Novak M. A. Do rhesus monkeys *(Macaca mulatto)* attribute knowledge and ignorance to others?//J. of Сотр. Psychol. 1991. V. 105. P. 318-325.

Povinelli D. J., Parks K. A., Novak M. A. Role reversal by rhesus monkeys, but no evidence of empathy//Animal behavior. 1992. V. 44. 2. P. 269-281.

Povinelli D. J., Rulf A. B., Landau K. R., et al. Self-recognition in chimpanzees *{Pan troglodytes):* distribution, ontogeny, and patterns of emergence//.!. Сотр. Psychol. 1993. V. 107. P. 347-372.

Povinelli D. /., RulfA. B., Bierschwale D. T. Absence of knowledge attribution and self-recognition in young chimpanzees *(Pan troglodytes)//).* Сотр. Psychol. 1994. V. 108. P.74-

80.

Povinelli D. J., Cant J.G. H. Arboreal clambering and the evolution of self-conception// Quart. Rev of Biol. 1995. V. 70. No. 4. P. 393-421.

PremackA. J., Premack D. Teaching language to an ape//Sci. Am. 1972. V. 227. P. 92—99.

Premack D. Animal Cognition//Annual Review of Psychol. 1983. V. 34. P. 351-362.

Premack D. Levels of causal understanding in chimpanzees and children//Cognition. 1994. V. 50. No. 1-3. P. 347-362.

Premack D. Woodruff G. Does the chimpanzee have a theory of mind?//Behav. Brain Sci. 1978. V.I. P. 515-526.

Revecz G.G. Experimental study of abstraction in monkeys//J. Compar. Psychophys-iol. 1925. V. 5. P. 293-298.

Roberts W. A., Mazmanian D. S. Concept learning at different levels of abstraction by pigeons, monkeys, and people//J. of Exptl. Psychol., 1988, V. 14, V. 3. P. 247-260.

Rumbaugh D. M. Language Learning by a Chimpanzee//N.-Y.: Academic. 1977.

Rumbaugh D. M. Competence, cortex and animal models: A comparative primate perspective//In: Development of the prefrontal cortex — evolution, neurobiology and behavior (Krasnegor N. A., Lyon R., Goldman-Rakic P.S., ed.), 1987. P. 117-139. Baltimore, MD: Paul H. Brookes.

Rumbaugh, D. M., Gill T. V., von Glaserfeld E. C Reading and sentence completion by a chimpanzee (Pan)//Science. 1973. V. 182. P.731-733.

Rumbaugh D. M., Pate J. L. The evolution of primate cognition: A comparative perspective//ln: H.L.Roitblat, T.G.Bever, H.S.Terrace (eds.), Animal cognition/Hills-dale, NJ: Erlbaum. 1984. P. 569-590

Rumbaugh D. M., Hopkins W. D., Washburn D. A. Judgments of relative numerosity by macaques *(Macaca mulatto)* in a video-task paradigm. Paper presented at the 19th Annual Psychonomic Society Meeting//Atlanta: 1989.

Rumbaugh D. M., Hopkins W. D., Washburn D. A., et al., Comparative perspectives of brain, cognition, and language//Tn: N. A. Krasnegor, D.M.Rumbaugh, R.L.Schiefelbusch, M.Studdert-Kennedy (eds). Biological and behavioral determinants of language development/Hillsdale, NJ: Erlbaum. 1991.

Rumbaugh D. M., Bera M J., Hillix W. A. Cause-effect reasoning in humans and animals//in: The Evolution of Cognition/Heyes C, Huber L. (eds), The Vienna Series in Theor. Biol. A Bradford Book, The MIT Press. 2000. P. 221-239.

Rumbaugh D. M., Washburn D. A. Counting by chimpanzees and ordinality judgments by macaques in video-formatted tasks//ln: The Development of Numerical Competence: Animal and Human Models/Eds. S.T.Boysen, E.J.Capaldi. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Ass., 1993. P. 87-106.

Santiago H.C., Wright A.A. Pigeon memory: same/different concept learning, serial probe recognition acquisition, and probe delay effects on the serial position function. Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes. 1984. V. 10. No. 4. P. 498-512.

Savage-Rumbaugh E. S. Acquisition of functional symbol usage in apes and children// in: H. L.Roitblat, T. C Bever, H. S.Terrace (Eds.) Animal Cognition / Hillsdale, NJ: Erlbaum. 1984. P. 291-311.

Savage-Rumbaugh E. S., Murphy /., Sevcik R., et al. Language comprehension in ape

and child//Monografs of the Soc. for Research in Child Development. 1993. Serial No. 233. V. 58. Nos. 3-4.

Savage-Rumbaugh E S., Shanker S., Taylor T. J. Apes, Languange and the Human Mind//New York: Oxford Univ. Press, 1998.

Scott J. P., Fuller J. L. Genetics and Social Behavior of the Dog//Chicago: Univ. Chicago Press. 1965.

Schwegler H., Lipp H. P. Variations in the morphology of the septo-hi ppocampal complex and maze learning in rodents: correlation between morphology and behavior. In: Alleva E. et al. (eds) Behavioural Brain Research in naturalistic and Semi-naturalistic Settings. NATO AS1 Series, Ser.D: Behavioural and Social Sciences. V. 82, Dordrecht, Boston, London, 1995. P. 259-276.

Seyfarth R. M., Cheney D. L., Marler P. Monkey responses to three different alarm calls: evidence of predator classification and semantic communication//Science. 1980. V. 210. P. 801-803.

Shettleworth S. J. Comparative studies of memory in food storing birds//In: E. Alleva et al. (eds), Behavioral brain reasearch in naturalistic and semi-naturalistic settings. NATO ASl Series, Series D: Behavioural and Social Sciences/Dordrecht-Boston-London: Kluver Academic Publishers. 1995. V. 82, P. 159-192.

Smirnova A. A., Lazareva O. F., Zorina Z. A. Use of number by crows: investigation by matching and oddity learning//.!, of Exptl. Analysis of Behav. 2000. V. 73. P. 163—176.

Strusaker T. T. Infanticide and social organization in the red-tail monkey (Cercop-ithecus aethiops)//Anim. Behav. 1977. V. 19. P. 233-250.

Terrace H. S. Animal cognition//ln: (Roithblat H.L. et al. (eds) Animal cognition. Proc. of the Harry Frank Guggenheim Conference June 1982 / Hillsdale, N.J., London: Lawrence Erlbaum Associates. 1984. P. 7—28.

Terrace H. S. On the nature of animal thinking//Neurosciences and Biobehavioral Reviews. 1985. V. 9. P. 643-652.

Terrace H. S. Chunking during serial learning by pigeon: I. Basic evidence//.!, of Exptl. Psychol.: Animal Behav. Proc. 1991. V. 17. No. 1. P. 81-93.

Terrace H. S., Chen S. Chunking during serial learning by a pigeon: II. Integrity of a chunk on anew list//J. of Exptl. Psychol.: Animal Behav. Proc. 1991. V. 17. No. 1. P. 94-106.

Terrace H. S. Chunking during serial learning by pigeon: III. What are the necessary conditions forestablishig a chunk?//J. of Exptl. Psychol.: Animal Behav. Proc. 1991. V. 17. No. 1. P. 107-118.

Thomas R. K. Investigating cognitive abilities in animals: Unrealized potential/Cognitive brain research. 1996. V. 3. P. 157-166.

Thompson R., Oden D. L., Boysen S. T. Language-naive chimpanzees *(Pan troglodytes)* judge relation between relations in conceptual matching-to-sample task//J. Exptl. Psychol. Anim. Behav. Process. 1997. V. 23. P. 31-43.

Thorpe W. H. Learning and instinct in animals//London: Methuen & Co. LTD. 1963.

Thorndike E. Animal intelligence//New York, 1911.

Tinbergen N. On aims and methods in ethology//Z. Tierpsychol. 1963. V. 20. No. 5. P. 410-433.

Tomasello M., CallJ. Primate Cognition//Oxford: Oxford Univ. Press. 1997.

Tryon R. C Genetic differences in maze-learning ability in rats. 39"[1] Yearbook Nat. Soc. Stud. Educ. (Part 1). Bloomington, III.: Public School Pub.Co., 1940. P. 111-119.

Ujhelyi M. Is there any intermediate stage berween animal communication and language? //J. theor. biol. 1996. V. 180. P. 71-76.

Vauclair J., Fagot J. Categorisation of alphanumeric characters by Guinea baboons: within- and between-class stimulus discrimination//CPC, 1996. V. 15. No. 5. P. 449-462.

Vaughan, W.L., Greene, S.L. Acquisition of absolute discrimination in pigeons//Quantitative Analyses of Behavior. Discrimination Processes/Eds. M. L. Commons, N. J. Herrnstein, A. R.Wagner. Cambridge, MA: Ballinger, 1983, P. 231-239.

Visalberghi E. Success and understanding in cognittive tasks: a comparison beetween *Cebus apella* and *Pan troglodytes //intern* J. ofprimatol. 1997. V. 18. No. 5. P. 811-830.

Visalberghi E., Fragaszy D.M., Savage-Rumbaugh S. Performance in a tool-using task by common chimpanzees (Pan troglodytes), bonobos (Pan paniscus), orang utan *(Pongo pygmaeus)* and capuchin monkeys *(Cebus apella)/'*/J. Сотр. Psychol. 1995. V. 109. P. 52—60.

Visalberghi E., Tomasello M. Primate causal understanding in the physical and psychological domains//Behav. Proc.1998. V. 42. P. 189-203.

Warren J. M. Primate learning in comparative perspective//In: M.Schrier et al. (eds) Behaviour of Nonhumane Primates, V. I/Academic Press. 1965. N.-Y. P. 249-281.

Warren J, M. A phylogenetic approach to learning and intelligence//In: A. Oliverio (ed), Genetics, environment and intelligence/N.-Y.: North Holland, Elsevier. 1977. P. 37—56.

Wasserman, E.A., Kiedinger, R.E., Bhatt R.S. Conceptual behavior in pigeons: categories, subcategories and pseudocategories//J. Exptl. Psychol.: Animal Behav. Proc. 1988. V. 14. No. 3. P. 235 -246.

Watanabe S., Sakamoto J., Wakita M. Pigeons' discrimination of painting by Monet and Picasso//J. Exptl. analysis ofbehav. 1995. V. 63. P. 165-174.

Wilson B. J, Mackintosh N. J., Boakes R. A. Matching and oddity learning in the pigeon: Transfer effects and the absence of relational learning//Quart. J. Exptl. Psychol. 1985a, V.37B. P. 295311.

Wilson B. J., Mackintosh N. J., Boakes, R. A. Transfer of relational rules in matching and oddity learning by pigeons and corvids//Quart. J. Exptl. Psychol. 1985b. V. 37B. P. 313-332.

Winter C. C, WimerR. E., Roderick T. H. Some behavioral differences associated with relative size of hippocampus in the mouse//J.Сотр.Physiol.Psychol.1971.V. 76.P.57—65.

Wolfer D. P., Lipp H.-P. A computer programm for detailed off-line analysis of Morris water maze behavior//J. Neurosc. Meth., 1992. V.41. P. 65-74.

Woodruff G, Premack D. Intentional communication in the chimpanzee: The development of deception//Cognition. 1978. V. 7. P. 5333-5362.

Wright A. A., Cook R. G., Rivera J. U. etal.. Concept learning by pigeon: matching-to-sample with trial-unique video picture stimuli//Anim. Learn. & Behav. 1988. V. 16. No. 4. p. 436-444.

Wright A. A., Shyan M. R., Jitsumori M. Auditory same/different concept learning by monkeys//Anim. Learn, and Behav. 1990. V. 18. No. 3. P. 287.

Yamamoto J., Asano T. Stimulus equivalence in a chimpanzee (Pan troglodytes)// Psychol. Rec. 1995. V. 45. P. 3-21.

Yerkes R.M., Yerkes A.W. The great apes: A Study of Antropoid Life//New Haven: Yale University Press. 1929.

Yerkes R.M. Chimpanzees: A Laboratory Colony//New Haven: Yale University Press. 1943.S